

Pekka Haapsaari

**PAPERIKONEEN ÖLJYVUOTOJEN VÄHENTÄMINEN JA  
ÖLJYNLISÄYSTEN SEURANNAN KEHITTÄMINEN**

# **PAPERIKONEEN ÖLJYVUOTOJEN VÄHENTÄMINEN JA ÖLJYNLISÄYSTEN SEURANNAN KEHITTÄMINEN**

Pekka Haapsaari  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotekniikka

---

Tekijä: Pekka Haapsaari

Opinnäytetyön nimi: Paperikoneen öljyvuotojen vähentäminen ja öljynlisäysten seurannan kehittäminen

Työn ohjaaja: Juha Männistö

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2018

Sivumäärä: 47 + 2 liitettä

---

Työn aiheena on Stora Enson Oulun tehtaan paperikone 7:n öljynlisäysten seurantajärjestelmän kehittäminen ja öljyvuotojen vähentäminen. Tavoitteena oli saada seurantajärjestelmästä kehitettyä toimiva kokonaisuus, joka hyödyttää tehtaan henkilöstöä öljynlisäyksen seurannassa. Öljyvuotojen vähentämisen tavoitteena oli koneiden siisteyden parantaminen ja öljynvuotojen aiheuttamien kustannuksien pienentäminen. Märänpään hydrauliiikan öljynvuototarkastuslistan tarkoituksena on auttaa työntekijää löytämään öljyn vuotokohde.

Työ aloitettiin seurantajärjestelmään perehtymisellä, johon apuna käytettiin työntekijöiden haastatteluja ja tehtaan tietokantoja. Perehtymisen jälkeen tehtiin ohjeet öljynlisäyksestä ja lisäyksen merkitsemisestä SAP-järjestelmään. Näiden toimenpiteiden pohjalta seurantajärjestelmän toiminta on mahdollista.

Työtä jatkettiin käymällä läpi öljyä vuotavia kohteita tehtaan kunnossapitohenkilöstön kanssa. Öljyvuotojen vähentämiseen valikoituivat Bowmaster-levitystelat ja superkalanterit. Ratkaisut öljyvuotoihin saatiin kunnossapidon työntekijöiden haastatteluilla, SAP-järjestelmässä olevien vikailmoitusten avulla ja tutkimalla laitteita kentällä. Työn viimeisenä vaiheena tehtiin märänpään hydrauliiikasta lista öljyvuototilanteita varten. Listan kokoamisessa käytettiin apuna märänpään hydrauliiikan kansioita ja kunnossapitohenkilöstön kokemusta.

Seurantajärjestelmällä saadaan hyviä tuloksia tehtaan öljynseurantaan. Seurantajärjestelmän avulla on mahdollista seurata, mihin järjestelmään öljyä menee ja kuinka paljon. Öljyvuotojen poistolla saadaan kustannuksia vähennettyä ja paperikoneen turvallisuutta parannettua. Bowmaster-levitysteloiden öljyvuodot saatiin paikannettua hyvin ja niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet saatiin selville. Superkalantereilla öljyvuotoja oli useita. Vuotojen poistamiseen laadittiin selkeät toimenpiteet. Näiden avulla superkalantereiden telastolta ja hydrauliiikan venttiilikaapeilta saadaan vuodot vähenemään huomattavasti. Märänpään hydrauliiikan öljynvuototarkastuslistan avulla saadaan henkilöstön resurssit kohdistettua nopeampaa vuodon poistamiseen eikä sen etsintään.

---

Asiasanat: seurantajärjestelmä, öljyvuoto, kiertovoitelu, hydrauliiikka

## **ALKULAUSE**

Haluan kiittää mielenkiintoisesta ja tärkeästä opinnäytetyöaiheesta Eforan kunnossapitopäällikkö Esa Ylihervaa ja ohjaavaa opettajaa Juha Männistöä Oulun ammattikorkeakoulusta hyvistä neuvoista ja työohjauksesta työaikana.

Suuret kiitokset hydraulikkaryhmän työntekijöille ja kunnossapitoinsinööri Janne Heiskarille hyvistä neuvoista ja avusta työn suorittamisessa. Kiitokset suunnittelija Jouko Hypenille avustamisesta Bowmaster-levitystelan öljyvuodon syiden selvityksessä. Lisäksi haluan kiittää kaikkia Eforan ja Stora Enson työntekijöitä, jotka antoivat hyviä neuvoja ja vinkkejä työn aikana. Kiitokset myös puolisolleni Saralle tuesta ja kannustuksesta työn tekemisessä.

Oulussa 21.5.2018

Pekka Haapsaari

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tausta ja lähtötiedot	8
1.2 Työn tavoitteet ja sisältö	9
1.3 Efora Oy	9
1.4 Stora Enso Oulun tehdas	10
2 PAPERITEHTAAN ÖLJYJÄRJESTELMIEN KUNNOSSAPITO	13
2.1 Kunnossapidon tehtävä	13
2.2 Kunnossapitolajit	13
2.3 Öljyjärjestelmät	15
2.3.1 Kiertovoitelujärjestelmä	16
2.3.2 Hydraulikkajärjestelmä	16
3 PAPERIKONE 7:N ÖLJYJÄRJESTELMÄT	18
3.1.1 Kiertovoitelujärjestelmä	18
3.1.2 Hydraulikkajärjestelmät	20
3.2 Öljyn seurantajärjestelmän nykytilanne	22
3.3 Seurantajärjestelmän kehittäminen	22
4 VUOTOJEN POISTO JA ENNALTAEHKÄISY	25
4.1 Vuotojen paikannus	25
4.2 Bowmaster-levitystelat	25
4.2.1 Vuotavien telojen selvittäminen	28
4.2.2 Aiemmin tehdyt toimenpiteet vuotojen poistamiseksi	28
4.2.3 Ratkaisuehdotuksia vuotaviin teloihin ja niiden telapaikkoihin	29
4.3 Superkalanterit	31
4.3.1 Parantavan kunnossapidon toimet vuotojen poistamiseksi	33
4.3.2 Korjaavan kunnossapidon toimet vuotojen poistamiseksi	35
4.4 Turvallisuusriskit öljyvuodoissa	40
4.5 Märänpään hydraulikan vuototarkastuslistan laatiminen	41

5 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	45
LÄHTEET	
LIITTEET	
Liite 1 Ohjeet öljylisäykseen ja sen merkitseminen SAP-järjestelmään	
Liite 2 Öljyvuototarkastuslista, määränpään hydraulikka	

## SANASTO

SAP	tehtaalla käytettävä toiminnanohjausjärjestelmä
SAP-ilmoitus	SAP-järjestelmään tehtävä ilmoitus, johon kirjataan lisätiedot ilmoituksesta
SAP-tilaus	SAP-järjestelmän ilmoituksesta tehdään tilaus, kun siihen kohdistetaan henkilö- tai varaosaresursseja
PK7	paperikonelinja 7
PPK7	paperinpäällystyskone 7
Off machine	Off machine -tekniikassa pohjapaperi tehdään erillisellä paperikoneella, joka päällystetään erillisellä päällystyskoneella ja kalanteroidaan erillisellä superkalanterilla.
Nippi	kahden telan välinen puristusalue
TUKEVA	käyttöpäiväkirjassa olevia tietokokonaisuuksia konelinjasta.
Hoitopuoli	paperikoneen ylläpitotehtävät suoritetaan tältä puolelta, oikealla puolella konetta perälaatikolta jälkikäsittelyyn päin katsottaessa
Käyttöpuoli	paperikonetta pyörittävän voimansiirron puoli, vasemmalla puolella konetta perälaatikolta jälkikäsittelyyn päin katsottaessa

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja lähtötiedot

Opinnäytetyössä kehitetään seurantajärjestelmää paperikoneen kiertovoitelu- ja hydraulikkaöljyn lisäyksistä. Öljynlisäyksiin vaikuttavat eniten öljyvuodot, joten työssä käydään läpi olemassa olevat vuotokohteet ja mahdollisesti useasti esiintyvät öljyvuotokohteet. Öljyvuotoja pyritään vähentämään koko linjalla. Lisäksi työssä tehdään voitelujärjestelmien toimintopaikoista ja toimilaitteista lista, josta muodostetaan tarkastusreitti. Tätä tarkastusreittiä voidaan hyödyntää öljyvuotojen etsinnässä. Työ tehdään Stora Enson Oulun tehtaassa paperikone 7:lle. Työn tilaajana toimii tehtaassa kunnossapidosta vastaava Efora Oy.

Paperikonelinjalla on ongelmana tiedon puute öljyn lisäyksistä, jotka ovat seurausta kiertovoitelu- ja hydraulikkajärjestelmien vuodoista. Tällä hetkellä lisätyt litramäärät kirjataan SAP-järjestelmään. Kirjauksissa on suuria eroavaisuuksia ja lisäksi kirjauksia ei kohdisteta suoraan siihen toimintopaikkaan, johon öljyä on lisätty. SAP-järjestelmään ilmoitettujen öljynlisäysten litramäärät ovat epätarkkoja, koska lisäyksissä käytettävien öljypumppujen mittavälineet ovat puutteellisia. Tämä aiheuttaa kunnossapidon työnjohdolle ja varastolle resurssien hukkaa, koska tietoa joudutaan etsimään ja arvelemaan. Kiertovoitelu- ja hydraulikkajärjestelmät paperikoneella on jaettu omiksi yksiköiksi koneen eriosien välillä, joten seurantajärjestelmän avulla pystytään tarkkailemaan jokaisen järjestelmän kulu- tusta.

Öljyvuodot aiheuttavat turhia kustannuksia ja resurssien hukkaa, kun järjestelmiä täytetään ja vuotaneita öljyjä siivotaan pois. Lisäksi vuodot aiheuttavat potentiaalisen ympäristö- ja työturvallisuusriskin, joka voi heijastua negatiivisesti koko konsernin imagoon. Öljyvuotoja esiintyy paperikoneella säännöllisin väliajoin. Näiden vuoksi toimintopaikkojen työturvallisuus laskee ja esteettiset näköhaitat lisääntyvät. Työssä kartoitetaan vuotokohteita ja valitaan niistä 1 - 3, joihin työssä keskitytään. Vuotokohteiden valintaan vaikuttavat vuotojen laajuus ja vaikutus resursseihin ja yleisilmeeseen.



Tällä hetkellä paperikoneella ei ole kattavaa listaa kiertovoitelu- ja hydraulikkajärjestelmien koneikkojen alaisista toimintopaikoista eli siitä, minne öljyä järjestelmässä pumpataan. Koneikon öljypinnanmittauksen ilmoitettua öljyn vähenemisestä voidaan listan avulla tarkastaa järjestelmän toimintopaikat tehokkaammin ja saadaan työt kohdistettua nopeampaa itse vuodon poistamiseen eikä sen et-sintään.

## **1.2 Työn tavoitteet ja sisältö**

Työn tavoitteena on saada seurantajärjestelmällä tietoa, paljonko öljyä on lisätty säiliöihin, jolloin saadaan aiempaa tehokkaammin seurattua kulutusta. Seurantajärjestelmällä halutaan tarkat litramäärät järjestelmään, jolloin kulutuksen seuranta on hyödyllistä. Tämän avulla saadaan hyödyllistä tietoa öljyjärjestelmien kunnosta sekä voidaan joissain tapauksissa etsiä mahdollisia vaikeasti havaittavia vuotokohtia.

Työssä kartoitetaan paperikonelinjan olemassa olevat sekä mahdollisesti useasti esiintyvät öljyvuodot. Vuotoihin pyritään löytämään ratkaisut parantavalla kunnossapidolla sekä pohtimalla ennakoivan kunnossapidon merkitystä vuotoihin. Työssä tarkastellaan myös korjaavan kunnossapidon osuutta vuotojen esiintymisessä. Työn tavoitteena on vähentää öljyvuotoja erilaisten kunnossapitotoimenpiteiden avulla. Vuotojen vähentämisellä on vaikutus ympäristö-, työ- ja paloturvallisuuteen sekä tuotantotilojen puhtauteen.

Paperikoneen määränpään hydraulikkakoneikon toimintopaikkojen listauksella on tavoitteena tuottaa toimivat tarkastusreitit käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnalle. Vuotolistan tavoitteena on saada kattava tieto toimintopaikkojen hydraulisista toimilaitteista, jolloin tarkastaminen on tehokasta.

## **1.3 Efora Oy**

Efora on vuonna 2009 perustettu teollisuuden kunnossapito- ja suunnittelupalveluihin erikoistunut yritys, joka on Stora Enson tytäryhtiö. Sen tarjoamiin palveluihin kuuluvat jatkuvat kunnossapitosopimukset, suunnittelupalvelut sekä erikois-

kunnossapidonpalvelut kuten tela- ja pumppuhuollot. Efora on perehtynyt teollisuuden tuotantolinjojen elinkaaren hallintaan, tuotantotehokkuuden kasvattamiseen sekä häiriöttömän käynnin turvaamiseen älykkäillä ratkaisuilla. (1.)

Efora vastaa Stora Enson Heinolan, Imatran, Veitsiluodon, Oulun, Uimaharjun ja Varkauden tehtaiden ja Honkalahden ja Kiteen sahojen kokonaiskunnossapidosta. Yritys työllistää Suomessa noin 930 henkilöä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli 207 M€. (1.)

Eforan tavoite on auttaa teollisuutta parantamaan kilpailukykyään älykkäämpää kunnossapitoa toteuttaen. Yrityksen palvelu perustuu laitteiden elinkaariosaamisen ja tuotantolaitteiden käyttövarmuuden nostamiseen, johon pyritään tehokkaalla tiedonhallinnalla ja tietotekniikan hyödyntämisellä. Tavoitteena on kunnossapidon suunnitelmallisuuden mahdollistaminen ja jatkuva parantaminen. (2.)

#### **1.4 Stora Enso Oulun tehdas**

Oulun tehdas on yksi maailman suurimmista ja nykyaikaisimmista puuvapaiden taidepainopapereiden valmistajista. Tehtaalla lähes kaikki raaka-aineet ja energia kulkevat laitoksesta toiseen putkia pitkin. Tehtaan pääraaka-aineena toimii happivalkaistu sellu, joka pumpataan paperitehtaalle omasta sellutehtaasta. Pigmentit tulevat tehdasalueen satamaan säännöllisin väliajoin. Höyryä ja sähköä tuotetaan sellutehtaan alueella sijaitsevassa voimalaitoksessa. Yhtiö käyttää myös muita sähkönhankintalähteitä. Tehdasalueeseen kiinteästi liitetty satama mahdollistaa tuotteiden loppukäsittelyn tehokkaasti sekä tuo tuotantoa lähemmäksi asiakasta. (3.)

Tuotantokapasiteetti Oulun tehtaalla on 1 125 000 tonnia vuodessa. Päämarkkina-alueet ovat Euroopassa, jonne suuntautuu noin 75 % kaikista toimituksista. Sellutehtaan kapasiteetti on 370 000 tonnia täysvalkaistua havusellua vuodessa, ja puolet siitä käytetään Oulun paperitehtaassa. (3.)

Tehtaalla tuotettavat tuotteet on tarkoitettu korkealaatuisiin, vaativiin painotöihin, kuten vuosikertomuksiin, esitteisiin ja muuhun markkinointimateriaaliin sekä taide- ja kuvakirjoihin. Tehtaan tuotteiden tuotemerkit ovat LumiArt ja LumiSilk.

Nämä tuotteet muodostavat maailman laajimman yhtenäisen taidepainopapereiden tuoteperheen. (3.)

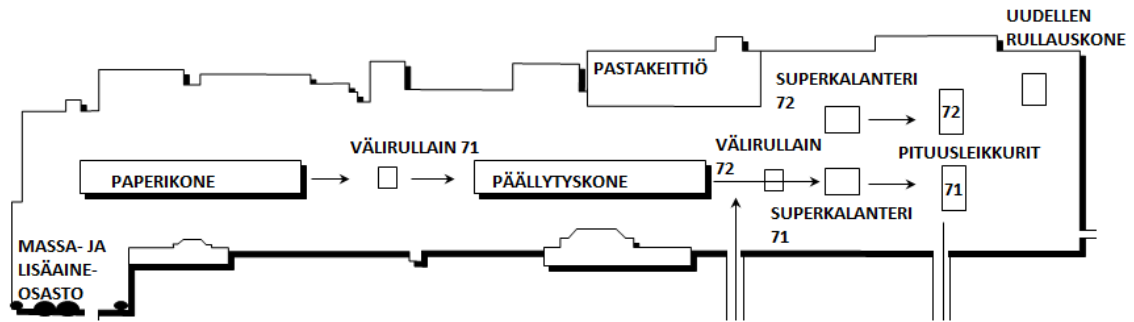
Nuottasaaren tehdasalue sijaitsee Oulun keskustan tuntumassa lähellä Oritkarin satamaa. Tehdasalueen pinta-ala on noin 160 hehtaaria. Tehdasalueella toimivat Stora Enso Oulu Oy ja Efora Oy. Lisäksi alueella toimii Stora Ensoon kuulumattomat yhtiöt kuten Kraton Chemical Oy sekä Akzo Nobel Finland Oy ja Synthomer Finland Oy. Lisäksi tehdasalueella toimii Oplax Oy, joka valmistaa pakkauslavoja lähinnä Oulun arkittamon tarpeisiin. (3.) Kuvassa 1 on kuvattu Oulun tehdas satamasta päin kaupunkia kohden.



*KUVA 1. Stora Enso Oulun tehdas (4)*

## **Paperikone 7**

Paperikone 7 on Valmetin vuonna 1997 valmistama. Koneella valmistetaan päällystettyä puuvapaata taidepainopaperia 500–550 tonnin vuosituotannolla. Paperin painoluokat ovat 80–130 g/m<sup>2</sup>. Koneeseen kuuluvat paperikone, välirullain 71, päällystyskone, välirullain 72, kaksi superkalanteria, kaksi pituusleikkureita ja uudelleenrullauskone. Kuvassa 2 on havainnollistettu koneen rakennetta. (4.)



KUVA 2. Paperikone 7 (4)

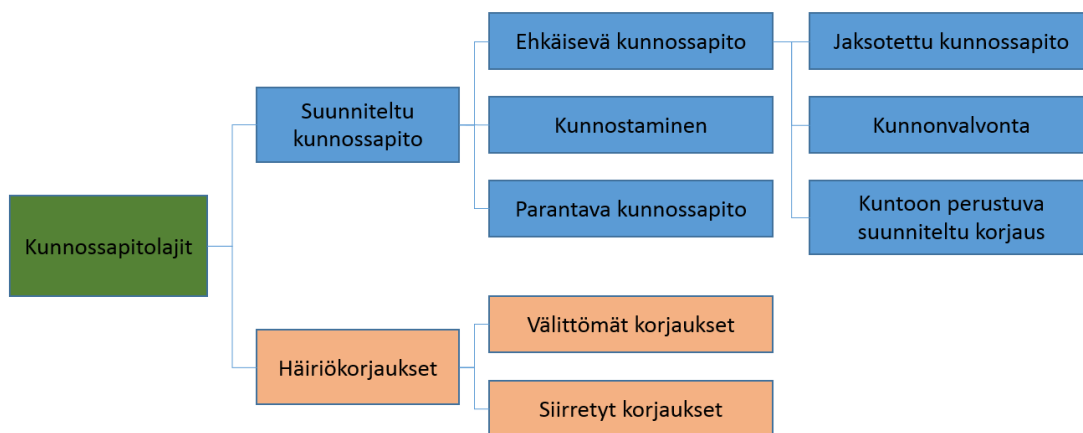
## 2 PAPERITEHTAAN ÖLJYJÄRJESTELMIEN KUNNOSSAPITO

### 2.1 Kunnossapidon tehtävä

Kunnossapito käsitteenä on laaja ja monipuolinen. Sen tarkoituksena on huolehtia koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnosta. Näin tuotteiden tuotanto voi tapahtua olosuhteissa, jotka ovat edullisimmat nettotuottojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. (5, s. 13.)

### 2.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit on jaettu PSK 7501 -standardissa suunniteltuihin ja suunnittelemattomiin korjauksiin. Suunnittelemattomia korjauksia kutsutaan yleensä häiriökorjauksiksi ja ne aiheuttavat tuotantohäiriön. Suunniteltua kunnossapitoa voidaan tehdä myös häiriöseisokin aikana. Kuvassa 3 on esitelty kunnossapitolajien jako. (6)



KUVA 3. Kunnossapitolajit PSK 7501 -standardin mukaan (6)

### Huolto

Huollon tarkoituksena on pitää yllä kohteen käyttöominaisuuksia tai palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Jaksotettu huolto tehdään määrävälein, jotka määräytyvät käyttöajan tai määrän mukaan ottaen huomioon käytön rasittavuuden sekä laitteen kriittisyysluokittelun.

Jaksotettuun huoltoon sisältyvät toimintaedellytysten vaaliminen, puhdistus, voitelu, huolto, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen ja toimintakyvyn palauttaminen. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat monelta osin päällekkäisiä. (6, s. 44.)

### **Ehkäisevä kunnossapito**

Ehkäisevä kunnossapito sisältää jaksotetun kunnostamisen, kunnonvalvonnan, kuntoon perustuvan kunnossapidon sekä ennustavan kunnossapidon. Ehkäisevässä kunnossapidossa seurataan kohteen suorituskkyä tai sen parametreja. Pää tavoitteena on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen taikka osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevää kunnossapitoa toteutetaan säännöllisesti aikataulutuksen avulla tai sitä tehdään koneen tai osan vaatiessa. Saatujen tulosten perusteella voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevään kunnossapitoon liittyvät toimet ovat tarkastaminen, kunnonvalvonta, testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. Kunnonvalvontaa tehdään laitteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnan tarkoituksena on etsiä oireilevia vikoja tai todetaan kohteen olevan toimintakunnossa. (6, s. 44–45.)

### **Parantava kunnossapito**

Parantavan kunnossapidon tavoitteena on kohteen luotettavuuden ja/tai kunnossapidettävyyden parantaminen muuttamatta kohteen toimintoa. Pääsääntöisesti parantavassa kunnossapidossa on kolme pääryhmää. Ensimmäisessä pääryhmässä koneen tai laitteen rakennetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja kuin alkuperäiset. Kohteen suorituskkyyn kasvuun ei varsinaisesti tällaisilla toimenpiteillä pyritä. Esimerkki tällaisesta toimenpiteestä on esimerkiksi vanhojen tasavirtakäyttöjen korvaaminen taajuusohjatuilla oikosulkumoottoreilla. (7, s. 51–52.)

Toisen pääryhmän muodostavat koneiden ja laitteiden uudelleensuunnittelut ja korjaukset. Tarkoituksena näillä toimenpiteillä on kasvattaa koneen luotettavuutta. (7, s. 51–52.)

Kolmannen pääryhmän muodostavat modernisaatiot, joissa pyritään kohteen suorituskyvyn nostaminen. Yleensä modernisaatio muuttaa kohteen valmistusprosessia. Modernisaatioon päädytään yleensä, kun koneen elinjakso on pidempi kuin tuotteen elinkaari, jolloin on taloudellisempaa vanhan koneen modernisointi uuteen käyttötarkoitukseen. (7, s. 51–52.)

### **Korjaava kunnossapito**

Korjaavassa kunnossapidossa vikaantuvaksi todettu osa tai komponentti palautetaan käyttökuntoon korjauksella. Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla voidaan laskea osan tai komponentin todellinen elinaika. Korjaavaa kunnossapitoa voi olla joko häiriökorjaus yleensä suunnittelematon tai ennakkoon suunniteltu kunnostus. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyy vian määrittäminen, paikallistaminen, korjaus, väliaikainen korjaus ja toimintakunnon palauttaminen. (6, s. 43–44).

### **Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen**

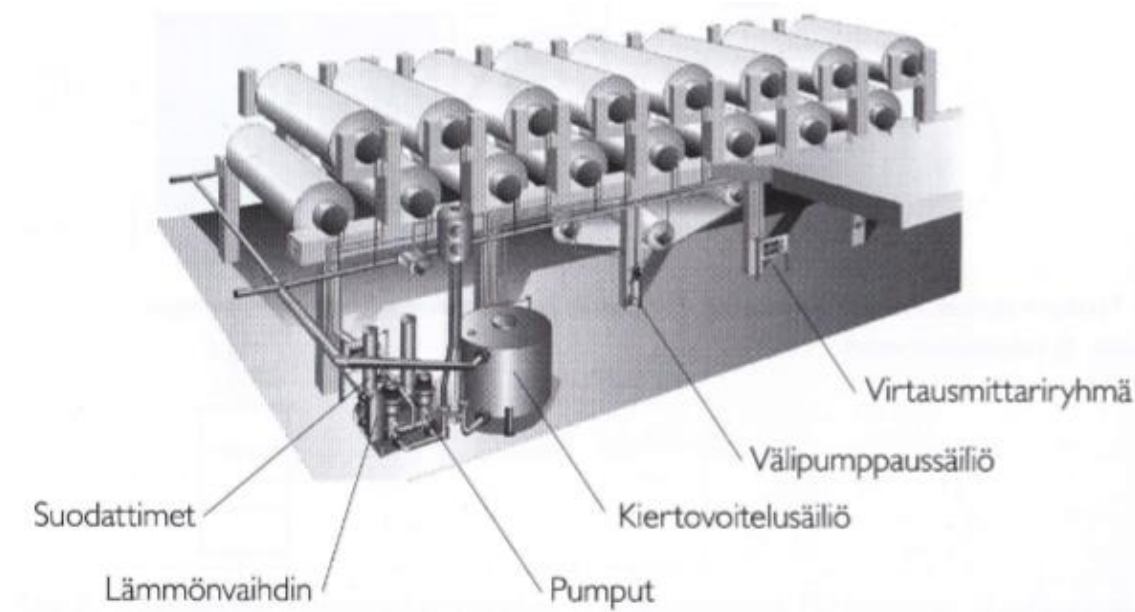
Nykyaikana tuotantokoneissa on paljon toimintaa ohjaavia prosessoreita, jotka keräävät tietoa koneen käyttötavasta, kuormituksesta ja käyttöolosuhteista. Tällaisen tiedon analysoinnilla päästään kiinni vikaantumisen juurisyihin. Näiden tunnistamisen jälkeen voidaan suunnitella ja tehdä korjaavia toimenpiteitä, joiden vaikutus koneen luotettavuuteen ja laaduntuottokykyyn on huomattava. Joissain arvioissa on esitetty, että vikaantumista voidaan pienentää jopa yli 90 %. Tavanomaisia menetelmiä ovat vika-analyysi, vikaantumisen selvittäminen, mallintaminen, juurisyyn selvittäminen, materiaalien ja suunnittelun analyysit ja vikaantumispotentiaalin kartoitukset sekä niiden riskinhallinta. (7, s.52)

## **2.3 Öljyjärjestelmät**

Tässä luvussa käsitellään yleisesti kiertovoitelu- ja hydraulikkajärjestelmien käyttötarkoituksia. Kiertovoitelulla mahdollistetaan jatkuva voitelu koko järjestelmän alaisissa toimintopaikoissa. Hydraulikkajärjestelmien avulla saadaan toimintopaikoille luotua hyvin tehokkaita järjestelmiä suurten massojen liikuttamiseen.

### 2.3.1 Kiertovoitelujärjestelmä

Kiertovoitelua käytetään sellaisissa kohteissa, joissa öljyn pitää voitelun lisäksi jäähdyttää ja puhdistaa voitelukohdetta. Kiertovoitelujärjestelmän on tuotettava aina oikea määrä hyväkuntoista öljyä kaikille voitelukohteille. Lisäksi kiertovoitelujärjestelmän on toimittava korkeissa lämpötiloissa sekä kyettävä poistamaan ulkoiset epäpuhtaudet, kuten kulumispartikkelit, hapettumistuotteet, vesi- ja ilmakuplat. (8, s. 234.) Kuvassa 4 on havainnollistettu kiertovoitelujärjestelmän rakennetta.



KUVA 4. Kiertovoitelujärjestelmä (8, s. 234)

### 2.3.2 Hydraulikkajärjestelmä

Hydrauliikalla tarkoitetaan lähes poikkeuksetta öljyhydrauliikkaa, jossa väliaineena on yleisimmin öljy. Hydraulijärjestelmässä muodostetaan energian siirto- ketju, jossa sähkömoottorin mekaaninen energia muutetaan pumpun avulla hydrauliseksi energiaksi, joka siirretään putkia tai letkuja pitkin venttiilien kautta toimilaitteelle. (9, s.1.)

Hydrauliikkajärjestelmä rakentuu siinä käytettävistä komponenteista, joiden avulla edellä mainittu toimintokuvaus mahdollistetaan. Komponenteilta vaaditaan paineen kestävyyttä sekä liikkuvien osien välillä myös tarkkaa valmistustekniikka.



Tämän vuoksi hydraulikassa käytettävät komponentit ovat suhteellisen arvokkaita. (12.)

### **3 PAPERIKONE 7:N ÖLJYJÄRJESTELMÄT**

Tässä luvussa käsitellään paperikone 7:llä olevia kiertovoitelu- ja hydraulikkajärjestelmiä ja niiden rakennetta yleisesti. Työ tulee painottumaan kiertovoitelujärjestelmien ja hydraulikkajärjestelmien ympärille, joten niiden toimintaperiaatteita ja rakennetta on hyvä selvittää.

#### **3.1.1 Kiertovoitelujärjestelmä**

Paperikoneella ja päällystyskoneella on kolme erillistä öljyvoitelujärjestelmää, joissa toimintaperiaate on sama. Paperikoneen märänpään voitelujärjestelmä hoitaa viiraosan ja puristinosan voitelukohteiden voitelun. Puristinosalla voitelujärjestelmä hoitaa kaikki muut voitelukohteet paitsi taipumakompensoitujen telojen ja levitystelojen laakereiden ja vaihteiden voitelun. Kuivanpään voitelujärjestelmä hoitaa kuivatusosan kalanterin ja välirullain 71:n voitelukohteet. Päällystyskoneen öljyvoitelujärjestelmään on liitetty päällystyskoneen kuivausryhmien, päällystysasemien, kiinni- ja aukirullaimen ja välirullain 72 voitelukohteet. (10, s. 1.)

#### **Toiminta ja rakenne**

Kiertovoitelukeskus koostuu öljysäiliöstä ja kiertovoiteluyksiköstä. Säiliö ja kiertovoiteluysikkö on yhdistetty toisiinsa putkistolla. Kiertovoiteluysikössä on voitelupumput, painesuodattimet, öljynjäähdytin sekä varo- ja säätöventtiilit. (10, s. 2–3.)

Kiertovoitelujärjestelmän säiliö on suorakulmainen, pohjastaan kalteva. Säiliöön tuleva paluu öljy kulkeutuu tulokammioon, josta se johdetaan karkeasuodattimiin. Säiliössä on sähkölämmitysvastukset, joilla öljy esilämmitetään kylmäkäynnistyksen yhteydessä ja voidaan pitää oikeassa lämpötilassa. Säiliössä oleva kierrätyspumppu käy öljyn lämmityksen ajan ja aiheuttaa virtauksen säiliöön. Tällä toimenpiteellä saadaan kylmä öljy paremmin sekoittumaan lämmitettyyn öljyyn, lisäksi estetään lämmitettävän öljyn ylikuumentuminen ja kiinnipalaminen vastuksiin. Säiliön öljyn ylä- ja alapinnan korkeutta valvotaan pinnankorkeusmittareilla.

Säiliön kannessa on ilmansuodatin, joka estää epäpuhtauksien pääsyn öljypinnan korkeuden vaihdellessa säiliössä. (10, s. 2.)

Kiertovoiteluyksikköön on sijoitettu kaksi ruuvipumppua, jotka toimivat järjestelmän pääöljypumppuina. Toinen pumpuista on varapumppu, joka käynnistyy automaattisesti pääpumpun pysähtyttyä. Voitelukohteisiin lähtevän öljyn painetta säädetään johtamalla ylimääräinen tuotto paineensäätöventtiiliin kautta takaisin säiliöön. Paineensäätöventtiiliä ohjataan painelähettimen avulla, joten paineputkiston paine pysyy tasaisena riippumatta virtausmäärien vaihteluista. (10, s. 3.) Kiertovoitelujärjestelmän öljyn virtauksen mittauksessa käytetään syrjäytysperiaatteella toimivaa soikioratasmittaria, jolla mitataan pyörimistaajuuden avulla öljyn virtausta. (10, s. 8.)

Kiertovoitelujärjestelmän suodatksesta vastaa paine-erosuodattimet, jotka ovat sijoitettu lähtevään linjaan. Järjestelmässä olevat suodattimet on mitoitettu kaksinkertaisiksi, joten niiden vaihto voidaan suorittaa koneen käydessä. (10, s. 3.)

Järjestelmässä öljyn jäähdytys hoidetaan veden avulla levylämmönvaihtimessa. Lämmönvaihdin sijaitsee järjestelmässä heti suodattimien jälkeen. Sen avulla voitelukohteille pumpattava öljy jäähdytetään oikeaan lämpötilaan. Öljyn jäähdytyksessä käytettävää kylmän veden virtausta säädetään säätöventtiilillä, jota ohjataan lämmönvaihtimelta lähtevän öljyn lämpötilan mukaan. (10, s. 8.)

Kiertovoitelujärjestelmän putkistot ovat painerunkoputkisto, jakeluputkisto, syöttöputkisto ja paluuputkisto. Painerunkoputkista haarautuu jakeluputket säätötauluihin ja niistä edelleen syöttöputkiston kautta voitelukohteille. (10, s. 8.)

Osa voitelukohteista on niin alhaalla, ettei niistä palaava öljy virtaa omalla voimalla paluurunkoputkistoon. Tämän vuoksi näiden kohteiden paluu öljy johdetaan välisäiliöön. Välisäiliöstä öljy pumpataan takaisin paluurunkoputkeen. (10, s. 8.)

Kiertovoiteluöljynä tehtaalla käytetään Mobil DTE PM 220:ta. Se on paperikoneiden kiertovoitelujärjestelmiin kehitetty öljy. Öljy on suunniteltu käytettäväksi laajan lämpötila alueen järjestelmissä, joilla voidellaan hammasvaihteita ja laakereita. (11.)

### **3.1.2 Hydraulikkajärjestelmät**

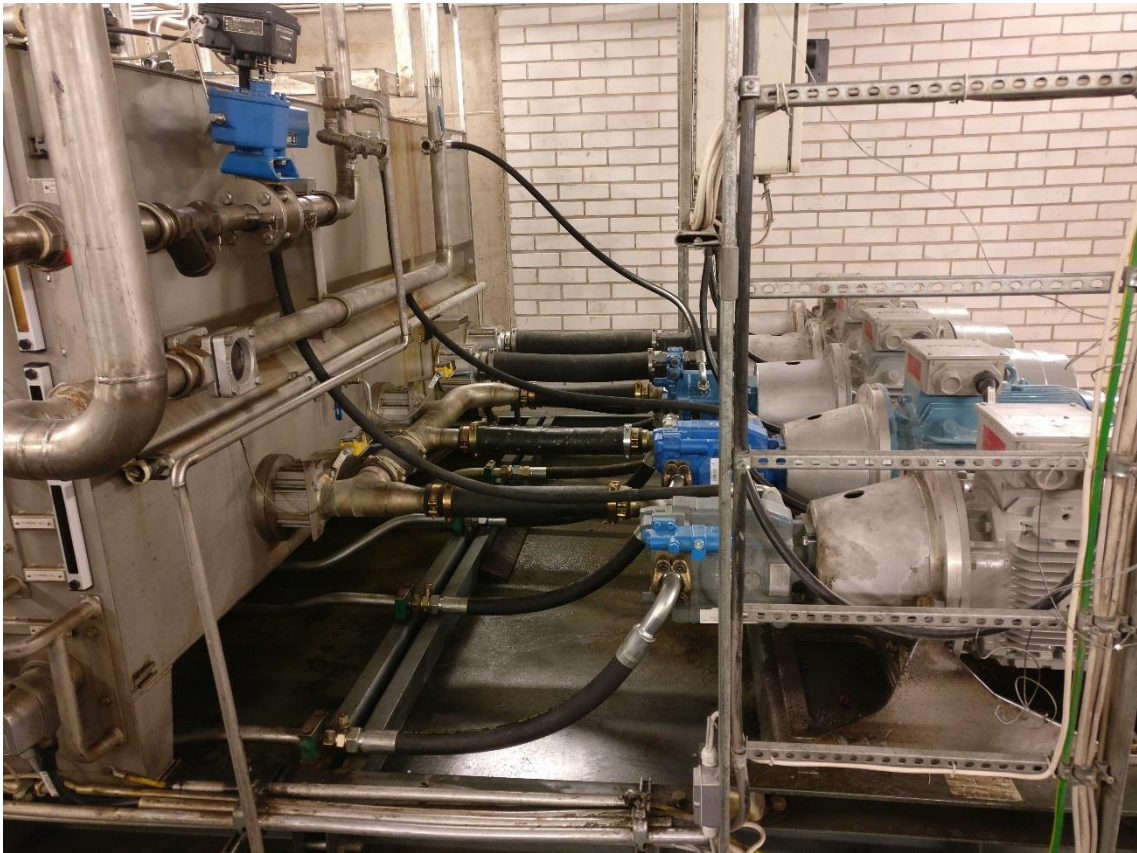
Paperikoneen toimilaittehydraulikka koostuu kolmesta erillisestä järjestelmästä. Märänpään painekeskukseen on liitetty viiraosan, puristinosan ja kuivatusosien järjestelmät. Sym-Sizerin painekeskukseen on liitetty Sym-Sizerin ja Softkalanterin järjestelmät. Rullaimen painekeskukseen on liitetty Optireelin hydraulijärjestelmät. Paperikoneella on käytössä kolme vyöhykesäädettyä taipumakompensoitua telaa. Ensimmäisen puristimen Sym-ZS1-telalla, toisen puristimen Sym-ZL-telalla ja kolmannen puristimen Sym-Belt-telalla on jokaisella omat erilliset hydraulijärjestelmät. (12, s. 1.)

Päälylystyskoneella on kolme hydraulikkajärjestelmää. Aukirullauksen hydraulikkajärjestelmä tuottaa hydraulipaineen aukirullaimelle ja myös osaan päälylystyskoneen alkupään toimilaitteista. Päälylystyskoneen hydraulijärjestelmä tuottaa koneen keskivaiheilla oleville toimilaitteille hydraulisen paineen. Kiinnirullaimen järjestelmä tuottaa hydraulipaineen päälylystyskoneen loppuosaan ja kiinnirullaimelle. Välirollaimilla on omat hydraulikkajärjestelmät, jotka ohjaavat vain rullaimien toimilaitteita. Superkalantereilla on omat hydraulijärjestelmät, joita on kolme jokaisella kalanterissa, tela-, nostolava- ja kuormitushydraulikkajärjestelmä. Telahydraulikkajärjestelmä ohjaa taipumakompensoitujen ylä- ja alateloiden kuormituselementtejä. Nostolavahydraulikka on tuottaa voiman kalantereissa kiinteästi oleville nostolavoille. Kuormitushydraulikkajärjestelmä tuottaa voiman kalanterien teloiden viivapainetta säätävälle hydraulikkasyylintereille. Pituusleikkureilla ja uudelleen rullauskoneella on omat hydraulijärjestelmät.

#### **Toiminta ja rakenne**

Hydraulikkajärjestelmän muodostaa koneikko. Koneikkoon kuuluvat säiliö, pumppu, suodattimet, lämmönvaihtimet, anturit ja mittarit. Säiliössä olevan öljyn pinnan korkeutta, lämpötilaa ja kosteutta mitataan jatkuvasti. Tehtaalla olevat koneikot on yleensä varustettu 2 - 5 pääpumpulla, joista vähintään yksi toimii varapumpuna. Pumppujen paine puolella on painesuodattimet, jotka suodattavat kaiken järjestelmään päätyvän öljyn. Järjestelmässä öljyn jäähdytys hoidetaan veden avulla levylämmönvaihtimessa. Sen avulla voitelukohteille pumpattava öljy

jäähdytetään oikeaan lämpötilaan. Kuvassa 5 on kuvattu superkalanteri 71:n sym-z telojenhydrauliikkakoneikko.



*KUVA 5. Superkalanteri 71:n sym-z ala- ja ylätelan kuormituselementtien hydrauliikkakoneikko.*

Toimilaitteiden läheisyydessä on yleensä hydraulikan venttiilikaappi, jossa sijaitsevat virtausta ja painetta ohjaavat venttiilit. Kaapissa on lisäksi erilaisia mittareita ja mittauslähtöjä irrotettaville mittareille. Näiden avulla voidaan seurata järjestelmän toimintaa ja säätää niitä tarpeen mukaan.

Osassa hydraulikkajärjestelmiä on toimilaitteiden läheisyydessä paineakut, joihin pystytään varastoimaan painetta ja pitämään toimilaitteen paineistettuna ilman pumpun tuottamaa painetta. Tehtaalla olevien hydraulikkajärjestelmien säiliöiden koko on 900 - 10 000 litraa.

Tehtaalla käytetään hydraulikkajärjestelmän öljynä Mobil DTE 25:ta. Öljyn ominaisuuksia on hyvä kulumisen- ja korroosionestokyky sekä vedenerottamisominaisuudet.

### **3.2 Öljyn seurantajärjestelmän nykytilanne**

Öljynlisäyksen seuranta pidetään tärkeänä, koska tehtaalla on tavoitteena vähentää öljyvuotoja sekä tarkentaa öljynkulutuksen seuranta. Seurannan avulla pystytään seuraamaan öljyjärjestelmien kuntoa sekä reagoimaan tehokkaammin vuotoihin. Öljyn seurantajärjestelmä kattaa kiertovoitelu, telahydrauliikka ja hydrauliliikka järjestelmät paperikonelinja 7:llä.

Tällä hetkellä öljynkulutuksesta johtuvaa lisäyksiä pyritään seuraamaan SAP-toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Öljynlisäyksien ilmoituksien kirjaamisessa on suuria eroavaisuuksia, joten niistä ei pysty muodostamaan selkeää tietopakettia. Seuranta lisäyksistä ja vuotojen laajuudesta tapahtuu SAP-järjestelmän tehtyjen ilmoituksien mukaan, joten tämän vuoksi öljynlisäykset tulee kirjata SAP-järjestelmään ja ilmoitusten kirjaaminen pitää olla samalla tavalla tehty jolloin seurannasta saadaan tehokas ja mielekäs käyttö. Ilmoituksien eroavaisuuksien takia öljyjärjestelmien lisäyksiä on vaikea tarkastella ja tehdä sen perusteella päätelmiä ja toimenpiteitä. Öljynlisäyksien litramäärät ovat tällä hetkellä epätarkat, koska lisättyjen litrojen mittaaminen tapahtuu öljykontin kyljessä olevien 50 litran viivavälien mukaan. Tämä aiheuttaa pitemmällä aikavälillä suurta epätarkkuutta seurantaan.

### **3.3 Seurantajärjestelmän kehittäminen**

Seurantajärjestelmän kehittäminen aloitettiin ajamalla SAP-järjestelmästä kaikki vuoden 2018 öljynlisäys ilmoitukset, joista koostetaan Excel-tiedostoon öljynlisäyksien litramäärät. Litramäärät lasketaan säiliökohtaisesti. Excel-listauksen tarkoituksena on toimia vertailukohtana projektissa myöhemmin alkavalle öljyvuotojen poistolle ja ehkäisylle. Listan avulla pystytään havainnollistamaan, minälaisia vaikutuksia on projektiin valittavien kohteiden öljyvuotojen vähentämisellä. Excel-tiedoston kokoamisvaiheessa huomattiin, että osassa tilauksia ei ollut vähennetty öljyä ollenkaan SAP-järjestelmässä eli varastosta on otettu tavaraa, mutta tietoa vähennyksestä ei ole merkattu, jolloin varastonsaldot eivät pidä paikkaansa. Tämä aiheuttaa ylimääräisten inventaarioiden tekemistä öljyvarastossa, lisäksi huonoimmassa tapauksessa öljy voi loppua kokonaan varastosta.

Seurantajärjestelmän kehittämisvaiheessa päätettiin, että seurantajärjestelmän alaisen järjestelmien öljyt haetaan paperikone 6:n alueella sijaitsevasta öljyvarastosta ja käyttämättä jäänyt öljy palautetaan takaisin öljyvarastoon. PK7 alueella sijaitsevasta öljyvarastosta ei lisätä seurantajärjestelmän alaiseen järjestelmiin. Tällä voidaan ehkäistä varastovähennyksien virheellinen kirjaus. PK7:n öljyvarasto on välivarasto, johon tuotava öljy on vähennettävä PK6:n varastosta. Näin voidaan estää mahdolliset kaksinkertaiset varastovähennykset.

Öljyjärjestelmiin lisätyt litramäärät ovat olleet epätarkkoja, koska järjestelmän säiliöön menevä öljymäärä on katsottu lisättävän öljykontin kyljessä olevista viivaväleistä. Viivavälien öljymäärä on 50 litraa. Tämän vuoksi vuosi tasolla on tullut suuria eroavaisuuksia todellisten öljynlisäys litrojen ja ilmoitettujen öljynlisäys litrojen välillä. Seurantajärjestelmän kehittämisvaiheessa päätettiin hankkia tehtaalte öljynvirtausmittarit pumppuyksiköihin, joilla tankataan seurantajärjestelmässä seurattavia järjestelmiä. Tämän avulla saadaan mittatarkkuus vaadittavalle tasolle seurantajärjestelmän kannattavuuden kannalta.

### **Varastonhallinnan kautta tapahtuva kulutuksenseuranta**

Öljyn lisäämisestä tehdään SAP-ilmoitus ja SAP-tilaus, johon kohdistetaan käytetty öljymäärä. Öljymäärän merkkaaminen tilauksen komponentteihin on seurannan kannalta todella oleellinen tieto. Näin pystytään katsoa varastotapahtumista, että mihin tilaukselle ja toimintopaikalle on öljyä lisätty sekä varastossa olevan öljyn saldo pysyy ajan tasalla. SAP-tilauksen komponentti kohtaan lisätty öljyn nimike ja otettu määrä mahdollistavat öljynlisäysten seurannan tehokkaasti. Varastosta otetun öljyn vähentäminen voidaan myös tehdä tehtaan varastossa olevaan vähennyslistaan. Tällä tavalla tehty varastosta vähennys pitää kuitenkin varaston henkilökunnan ajaa SAP-järjestelmään.

Varastonhallinnan kautta tapahtuva kulutuksenseuranta toimintatapana on toimissaan selkeä seurattava työnjohdolle ja muille öljynseurannasta vastaaville työntekijöille. Varastotapahtumista voidaan katsoa, kuinka paljon öljyä on mennyt toimintopaikoille. SAP-järjestelmästä ei pystytä tällä hetkellä tuomaan toimintopaikkaa tilaukselta varastotapahtuma luetteloon sekä varastotapahtumia ei voida suoraan ajaa SAP-järjestelmästä Excel-taulukkoon, joka aiheuttaa jonkin verran

manuaalista työtä järjestelmän seuraamisessa ja tietojen päivityksessä Excel-tiedostoon. Toimintopaikan listaaminen varastotapahtuma luetteloon helpottaisi öljynlisäysten kirjaamista Exceliin.

### **Ohjeet seurantajärjestelmän käyttöönottoon**

Seurantajärjestelmän merkitsemisestä päätettiin tehdä ohjeet kunnossapidon ja käyttäjäkunnossapidon henkilöstölle (liite 1). Ohjeissa on hyvin lyhyesti havainnollistettu öljynlisäyksen merkitseminen SAP-järjestelmään ja lisäksi informoitu öljynlisäyksestä vastavaa työntekijää toimenpiteistä ennen lisäystä.

### **Päivitettävyyden ja seurattavuus**

Järjestelmän seuranta on suhteellisen vaivatonta. Öljyalaatua on neljä ja nimikkeitä viisi, joita seurantajärjestelmässä seurataan. Seurantajärjestelmässä seurattava öljy varastoidaan 1 000 litran konteissa. Seurantajärjestelmässä kiertovoiteluöljylle on kaksi nimikettä, toinen 1 000 litran kontissa oleva ja toinen säiliöautolla suoraan säiliöön tankattavan öljyn nimike. Seurantajärjestelmässä jokaisen viiden nimikkeen varastotapahtumat käydään läpi kuukausitasolla ja tehdään tarvittavat toimenpiteet, että lisätyt litramäärät saadaan tietoon.

Seurantajärjestelmää varten otettiin käyttöön kiertovoiteluöljylle nimike, jonka lisääminen tapahtuu suoraan säiliöautolla kiertovoitelujärjestelmän säiliöön. Öljyä tilataan tällä nimikkeellä vain sen verran kuin tarvitaan. Ennen öljyntilausta on tehty suoraan toimittajalle eikä tilauksesta ole jäänyt SAP-järjestelmään nimikkeisiin merkintää. Nimikkeen käytöllä saadaan säiliöautosta lisätty öljy näkyviin SAP-järjestelmän varastotapahtumissa. Tämän avulla voidaan tarkemmin seurata järjestelmänalaisien säiliöiden öljynlisäyksiä tapahtumia.



## **4 VUOTOJEN POISTO JA ENNALTAEHKÄISY**

Tässä luvussa käsitellään työhön valittavien öljynvuotokohteiden valintaa, Bowmaster-levitystelojen ja superkalantereiden vuotojen poistamista ja toimenpiteitä niiden ehkäisemiseksi. Lisäksi luvussa käydään läpi öljyvuotojen turvallisuusriskejä ja määränpään hydraulikan vuototarkastuslistan laatimista.

### **4.1 Vuotojen paikannus**

Vuotokohteiden paikannus aloitettiin kyselemällä järjestelmistä vastaavilta asentajilta ja heidän esimiehiltään vuotokohteita. Kyselykierroksia varten tehtiin lomake, johon oli listattu paperikonelinjan eri osa-alueet. Lomakkeessa oli kolme alue rajausta. 370 alue käsittää paperikoneen ja välirullain 71:n. Alue 371 on päällystyskoneen aluetta. 372 alue käsittää jälkikäsitteilyn, johon kuuluvat välirullain 72, superkalanteri 71 ja 72, pituusleikkuri 71 ja 72 sekä uudelleen rullauskone. Kyselyn tarkoituksena on konelinjan öljyjärjestelmistä vastaavien työntekijöiden tietotaidon hyödyntäminen öljyvuotojen paikallistamisessa. Tämän avulla saadaan tärkeää informaatiota vuotokohteista ja työ saadaan kohdistettua oikeisiin ongelmakohtiin linjassa.

Kyselyn tuloksista tehtiin yhteenveto ja käytiin läpi projektin ohjausryhmän kesken, mitkä vuotokohteista otetaan mukaan työhön. Vuotojen poistoon ja ennaltaehkäisyyn päätettiin ottaa haastatteluissa useasti esiintyneet päällystyskoneen alueella sijaitsevat Bowmaster-telat ja superkalanterit 71 ja 72.

### **4.2 Bowmaster-levitystelat**

Kaarevien levitystelojen tehtävänä päällystyskoneessa on paperirainan levitys. Telan levittävä vaikutus perustuu kaarevuuteen ja kitkaan paperirainan ja telan välillä. Levitysteho kasvaa telan kaarevuuden kasvaessa. Bowmaster-telojen kaarevuus on 0 - 0,15 % vaipan pituudesta. (15.)

Bowmaster-levitystela on Metson (nykyisin Valmet) valmistama komposiittivaipainen putkitela, joka on varustettu taipuman määrän ja suunnan kontrolloidun säädön mahdollistavilla laakeripesillä. Telan vaippa on putki, joten sen sisällä ei

ole laakereita ja kytkimiä, joita yleensä segmenteistä koostuvissa levitysteloissa on totuttu näkemään. Telan päädyissä laakerikuormituksia käytetään komposiittitelan taivuttamiseen symmetriselle kaarelle pituusakselin suuntaisesti. Telan kaaren suunta voidaan ennalta määrätä käyttäen laakeripesissä olevia säätöjä. Kaarelle taivutettu tela pyörii kaarelle taipuneen keskiakselinsa ympäri. Kuvassa 5 on esitelty Bowmaster-levitysteloa, laakeripesän vasemmassa yläreunassa olevassa säätimestä säädetään vaipan taipuman määrää ja laakeripesän oikeassa alareunassa olevasta ruuvista säädetään telan taipuman suunta. (4, s. 1 - 4; 16.)



*KUVA 5. Bowmaster-telan laakeripesä (16, s. 6)*

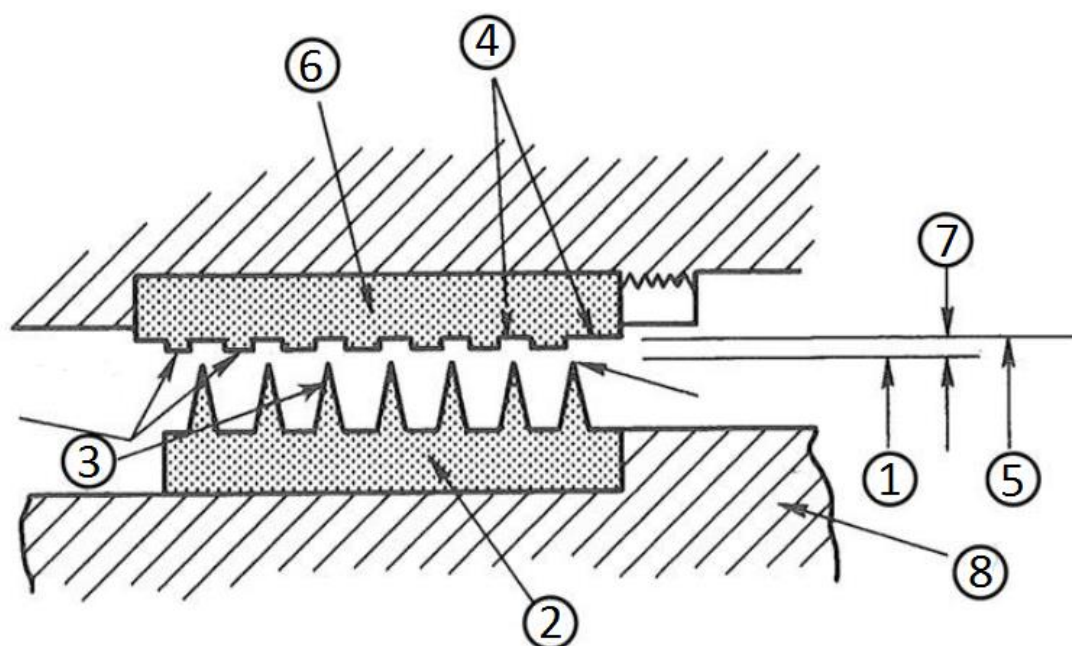
Päällystyskoneella olevissa Bowmaster-levitysteloissa on ollut ongelmia laakeripesien öljyn tiivistyksessä. Telan laakeripesän tiivistyksessä käytetään sokkelotiivistettä. Sokkelotiiviste pitää laakeripesässä kiertävän kiertovoiteluöljyn laakeripesän sisällä. Telassa esiintyvät öljyvuodot tulevat akselin kaulalta sokkelotiivisteestä. Öljyvuoto ei ole kovin runsasta, mutta teloista vuotava öljy kulkeutuu kulkutasoille ja -reiteille aiheuttaen työtapaturmariskin.

### **Sokkelotiivisteiden rakenne**

Kosketuksettomista rako- ja sokkelotiivistimistä on olemassa tiettyjä perusmuotoja, joita vaihtelevin rakenneratkaisuin sovelletaan käytännön tiivistysongelmiin

nesteiden, kaasujen ja kiinteiden hiukkasten ollessa tiivistettävänä kohteena. Toisiinsa nähden liikkeessä olevien pintojen välinen rako toimii toisaalta sihtinä kiinteille hiukkaisille ja viskooseille nesteille. Kuristuskohta aiheuttaa vuotovirtauksen painehäviön, joka hidastaa virtausta.

Kosketuksettoman tiivistimen etuina on pieni kitka ja olematon kuluminen. Haittapuolena on vuodon esiintyminen aina paineen vaikuttaessa ja erityisesti lepotilassa. Tehokkaat sokkelo- eli labyrinttitiivistimet ovat myös kalliita. Kuvassa 6 on sokkelotiivisteen rakennekuva. (20 s. 2



1. Heittorenkaan harjan ja ulkorenkaan välyys
2. Akselin mukana pyörivä heittorengas
3. Heittorenkaan harjat, heittävät öljyn ulkorenkaan uriin
4. Ulkorenkaan urat
5. Ulkorengas, muodostaa heittorenkaan harjojen kanssa tiivisteen välyksen
6. Ulkorengas
7. Radiaalipuhdistuma, puolet ulkorenkaan uran halkaisijasta ja heittorenkaan harjan halkaisijan välisestä kokonaisesta
8. Akseli

KUVA 6. Sokkelotiivisteen rakennekuva (17)

#### **4.2.1 Vuotavien telojen selvittäminen**

Bowmaster-telojen vuotojen poistaminen aloitettiin selvittämällä tarkalleen mitkä telapaikat vuotaa. Yrityksessä oli tehty alustavaa listausta vuotavista teloista. Lisäksi vuotokohteiden listauksessa oli otettu huomioon lämpötilat joissa telat sijaitsevat. Tämän perusteella voidaan sanoa, etteivät telojen positioiden lämpötilat vaikuta ratkaisevasti vuotoihin, koska vuotavia teloja löytyi usealta erilaiselta lämpötila alueelta.

Vuotavien telojen tutkimista jatkettiin käymällä läpi telojen BOW:n suunta ja määrä, eli mihin suuntaan telaa on taivutettu ja kuinka paljon. Tällä haluttiin tarkastella, onko taipumalla ja vuodoilla yhteyksiä. Tarkastelun jälkeen voitiin todeta, ettei telojen taipumalla ja -suunnalla ole vaikutusta vuotoihin. Tämän jälkeen työtä jatkettiin käymällä läpi kiertovoiteluöljyn virtaukset Bowmaster-levitysteloiissa. Tarkastelun jälkeen voitiin todeta, etteivät vuodot ole seurausta liian voimakkaasta öljyn virtauksesta telalle. Vuotavissa teloissa virtaukset olivat pääsääntöisesti pienempiä kuin vuotamattomissa. Telojen laakeripesien asennon vaikutusta vuotoihin tarkasteltiin, mutta täyttä yhteneväisyyttä pesän asennolla ja vuodoilla ei ollut. Laakeripesiä oli lähes samassa asennossa vuotamattomissa ja vuotavissa teloissa. Kaikissa teloissa laakeripesän sisemmän laakeroinnin öljynpoisto kanava oli suoraan alaspäin, joten asennolla ei ole suurta merkitystä öljyvutoon sokkelotiivisteeltä.

#### **4.2.2 Aiemmin tehdyt toimenpiteet vuotojen poistamiseksi**

Päällystyskoneella on aiemmin tehty toimenpiteitä öljyvutojen poistamiseksi. Telapaikka 21:ssä olevaan telan voiteluöljyn kulkuun on tehty muutoksia. Telan laakeripesän paluuöljy on johdettu suoraan uudella letkulla välisäiliöön. Tällä toimenpiteellä on haluttu varmistua, että laakeripesältä palaavan öljyn virtaus on mahdollisimman vaivatonta. Lisäksi telan kiertovoiteluöljyn virtaus on säädetty sallittuun minimiarvoon, jotta laakeripesä ei täytyisi liikaa öljyn paluulinjan vetämättömyyden takia. Telapaikka 21:ssä ollut vuotava Bowmaster-tela on vaihdettu opinnäytetyön aikana tehdasuuteen telaan. Uudessa telassa vuotoa ei ole esiintynyt, joten voidaan päätellä, että vuoto johtui vuotavasta telasta, eikä päällystyskoneessa olevasta rakenteellisesta ongelmasta

Telapaikka 21:stä pois otettu tela tuli telahalliin. Telahallissa telan öljyn paluukanavan tutkintaa jatkettiin saatujen ennakkotietojen perusteella. Paluukanavasta tarkasteltiin telan sokkelotiivisteeseen tehtyjä muutoksia. Sokkelotiivisteeseen ulkorenkkaan harjojen pohjalle on tehty pieniä reikiä paluukanavan kohdalle. Kyseisessä telassa oli hoitopuolen laakeripesän paluukanavaan tehty kolme kappaletta pieniä lisäreikiä ja keskellä olevaa isoa reikää oli suurennettu. Öljyvuoto on tapahtunut hoitopuolen sokkelotiivisteestä, joten voidaan todeta, että keskellä olevalla isommalla reiän koolla ja pienillä lisärei'illä on vaikutusta vuotoon. Käyttöpuolen laakeripesän vuotamattomaan sokkelotiivisteeseen oli porattu kuusi pientä lisäreikää ja keskellä oleva reikä oli pinta-alaltaan suurempi kuin hoitopuolella oleva vastaava reikä.

Telan tarkastelun jälkeen keskustelin telan suunnittelijan kanssa. Hän piti todennäköisenä, että sokkelotiivisteeseen öljynpoistokanavan kohdalla oleva iso reikä ja pienet reiät vaikuttavat oleellisesti vuotoon. Tulimme siihen lopputulokseen, että telan öljyvuoto-ongelmaan ratkaisevana toimenpiteenä voisi pitää pienten reikien lisäporauksia sokkelotiivisteeseen ulkorenkkaaseen.

#### **4.2.3 Ratkaisuehdotuksia vuotaviin teloihin ja niiden telapaikkoihin**

Seuraavassa esitettävät ratkaisut on saatu haastatteleamalla tehtaan kunnossapidon henkilöstöä ja Bowmaster-telan suunnittelijaa Jouko Hypeniä (18) sekä tutkimalla telan rakennetta ja päällystyskoneella olevia telapaikkoja.

Ratkaisua öljyvuotoon telapaikka 78 ja 89:llä voisi hakea muokkaamalla telan öljynpaluu linjoja. Telapaikka 78:lla öljyn paluulinjat menevät lähes vaakatasossa ja tekevät paljon mutkia. Tämä voi aiheuttaa ongelmia öljyn virtaukseen kanavassa, jolloin laakeripesässä oleva sokkelotiiviste alkaa tulvimaan. Paluulinja on suhteellisen vaivaton muuttaa virtaavammaksi, jolloin sokkelotiivisteellä on mahdollisuudet toimia oikein. Putkiston muuttamisesta saatiin suuntaa antava tarjous paikallisesta kunnossapidon palveluita tarjoavasta yrityksestä. Tarjoukseen sisältyy uuden öljynpaluu putken tekeminen ja sen asentaminen päällystyskoneelle.

Telapaikka 89:n hoitopuolella oleva paluulinjan letku pitää vaihtaa. Tämän hetkinen letku on varustettu 90° kulmaliittimellä. Heti lähtötilanteessa oleva kulma aiheuttaa öljyn virtaamiseen vaikeuksia. Lisäksi letku on liian pitkä, joten öljy joutuu virtaamaan tällä hetkellä vaakatasossa tai jopa hieman yläviistossa olevassa letkussa. Uusi paluulinja tulisi toteuttaa kahdella 45°:n letkuliittimellä, jolloin voidaan varmistua siitä, että letkulla on tasainen lasku koko matkalla. Jos näillä toimenpiteillä ei saada vuotoa loppumaan, pitää nämä kaksi telaa vaihtaa. Vaihdeettavien telojen tulisi olla sellaisia, mihin on tehty paluukanavan avarrus ja lisäreikien poraus.

### **Vuotojen ehkäisy**

Bowmasterien vuotoja voidaan ehkäistä seisakin aikaisilla tarkastuksilla ja puhdistustoimenpiteillä. Telan laakeripesän öljyn paluukanavan kautta voidaan puhdistaa ja tarkastaa öljyn valumareikien tilanne. Nämä reiät pitää olla aina puhtaat, jotta telan laakeripesässä ei paine pääse kasvamaan ja öljy palaamaan takaisin kiertovoitelusäiliöön. Lisäksi on hyvä tarkastaa säännöllisin väliajoin teloille menevä voiteluöljyn virtausmäärä. Bowmaster-telojen tarkastuksista ei ole kustannustehokasta tehdä ennakkohuoltosuunnitelmia. Telan öljynpoistokanava voidaan tarkastaa, jos epäillään tukosta kanavassa tai tela alkaa vuotamaan sokkelotiivisteeltä.

### **Ennakkohuoltojen merkitys**

Ennakkohuolloilla ei ole huomattavaa merkitystä mahdollisiin öljyvuotoihin telalla. Käynninaikana tehtävät ennakkohuollot telaan rajoittuvat pääosin visuaaliseen tarkastamiseen sekä telan lämpötilan ja öljyn virtauksien mittaamiseen. Jos havaitaan käynnin aikana vuotoja telalta pitää lisätarkastukset ajoittaa seisokkiin. Seisokin aikana voidaan irrottaa telan öljynpoistoletkut ja tarkastaa, ettei poistokanavassa ole mitään ylimääräisiä partikkeleita, jotka haittaisivat öljyn virtausta kanavassa, lisäksi voidaan tarkastaa huolellisesti öljynpaluu linjan esteetön virtaus.

## **Parantavan kunnossapidon merkitys**

Telojen laakeripesiin voisi kohdistaa parantavaa kunnossapitoa. Öljyn paluukanavassa olevat sokkelotiivisteiden öljyreivät olisi hyvä suurentaa ja käydä muutenkin läpi huolellisesti laakeripesän öljykanavat. Osassa teloissa tämä toimenpide on tehty ja loppuihin tämä toimenpide täytyy tehdä, että öljy vuodoista päästään eroon.

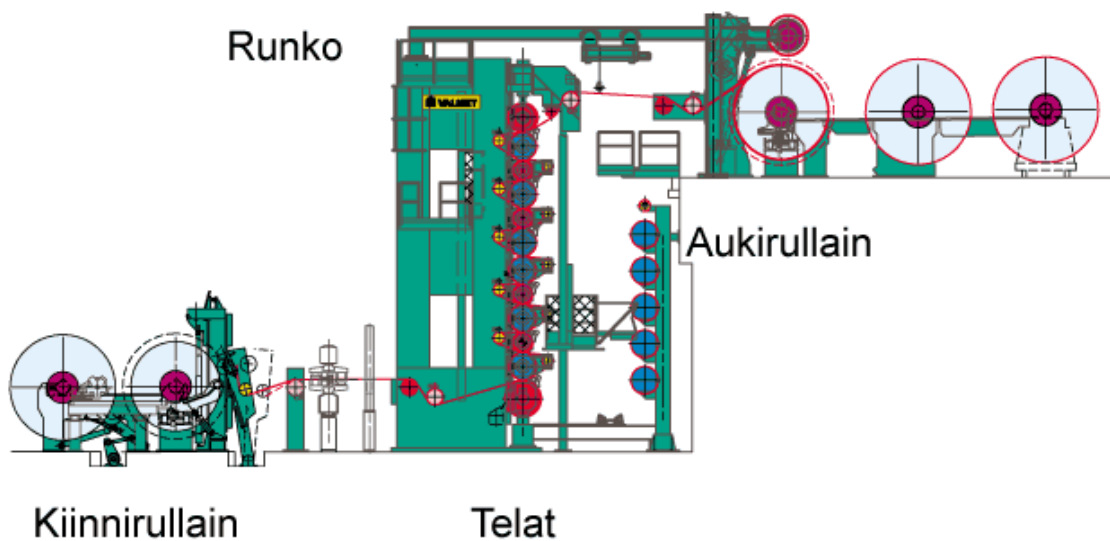
## **Korjaavan kunnossapidon vaikutus vuotoihin**

Korjaavalla kunnossapidolla estetään mahdollisen vuotoöljyn leviäminen telalta ympäristöön. Vuotava tela tulisi aina tarkastaa seisakissa, voidaanko telalle tehdä toimenpiteitä, jolla vuoto saataisiin loppumaan. Mikäli vuotoa ei saada loppumaan, tela tulisi aina vaihtaa seuraavassa seisakissa huollettuun telaan. Öljyvuodot aiheuttavat liukkautta telan ympäristöön ja aiheuttavat potentiaalisen työtapaturmariskin.

## **4.3 Superkalanterit**

Superkalantereita käytetään pääasiassa painopapereiden kalanterointiin, jolloin pyritään saamaan paperille halutut painettavuusominaisuudet kuitenkin tiivistämättä paperia liikaa. Superkalanteri on rakenteeltaan pystysuuntainen telapino, jossa on vuorotellen polymeeriteloja ja metallipintaisia kokilliteloja. Paperia muokkaavia teloja on superkalanterissa kaksitoista. Paperi kalanteroituu paremmin metallipintaa vasten, joten superkalanterissa on ns. kääntönippi, jotta paperi kalanteroituisi tasaisesti molemmilta puolilta. Optiload-kalanterissa on käytössä telojen kuormitusjärjestelmä. Kaikilla kalanterin väliteloilla on sama ominaistai-puma, mikä mahdollistaa niiden täysimääräisen kevennyksen, jolloin kaikissa nipeissä voidaan käyttää samaa viivapainetta. Sama viivapaine nipeissä mahdollistaa polymeeritelojen paremman keston ja näin ollen pidemmän hiontavälin.

Superkalanteri on off machine -laite, koska superkalanterin telat eivät kestä paperi- tai päällystyskoneen nopeuksia. Paperi- tai päällystyskoneelta valmistuneet konerullat siirretään kalanteroitaviksi suoraan nosturilla tai nosturilla ja siirtovau-nulla. Superkalanteri on hitaampi kuin paperi- ja päällystyskone, joten niitä on kaksi konelinjassa. (17.)



KUVA 7. Superkalanterin rakenne (18)

### Superkalanterilla esiintyvät vuodot ja niiden poistaminen

Superkalantereilla on ollut ongelmana pienet öljyvuodot. Vuotava öljy sekoittuu telojen lämmittämiseen käytettävään veteen jolloin öljyvuoto näyttää laajalta ja runsaalta.

Superkalantereilla on aloitettu öljyvuotojen poistaminen. Vuotojen poistaminen on painottunut uusien letkujen ja liittimien vaihtamiseen. Nippien viivakuorman hallintaan käytettyihin hydraulisiin kevennyssylintereihin on vaihdettu uudet letkut sekä joitain telojen kiertovoitelun paine- ja paluuletkuja ja liittimiä on vaihdettu.

Työ aloitettiin kartoittamalla superkalanterien öljyvuotokohteita. Vuotoja tuli ilmi useita haastatteluiden ja kentällä tapahtuneen tutkimisen perusteella. Vyöhykesäädettävien telojen telahydrauliikan ryhmäpikaliittimissä oli havaittavissa vuotoja. Polymeeri- ja kokillitelojen päädyissä olevissa akselitiivisteissä on havaittavissa vuotoja. Lisäksi kokilli- ja vetotelojen liittimistä oli öljyvuotoja.

### Ennakkohuoltojen merkitys

Superkalantereille on olemassa ennakkohuoltosuunnitelmia, jotka kattavat hyvin koko koneen. Koneella esiintyneiden öljyvuotojen tarkasteluun ei ole järkevää tehdä ennakkohuoltosuunnitelmia, vaan tarkastaa nämä kohteet samalla, kun



tehdään muita ennakkohuoltoja. Tärkeää ennakkohuoltojen toteuttamisessa on, että tekijä havainnoi työskentely ympäristöään ja tekee mahdollisista vioista ilmoituksen SAP-järjestelmään.

#### **4.3.1 Parantavan kunnossapidon toimet vuotojen poistamiseksi**

Superkalanterien kuormitushydrauliikka- ja kiertovoitelujärjestelmässä ei ole pintalähettämiä säiliössä. Näiden avulla voitaisiin seurata säiliöiden öljypinnan korkeutta, lisäksi tiedoista voisi koostaa kuvaajan TUKEVA-järjestelmään. Tieto öljyn pinnankorkeudesta auttaisi reagoimaan vuotoihin herkemmin sekä öljyjärjestelmien tiiveyttä olisi mahdollista mitata. Seuraavassa luvussa on listattu vuoto-kohteita superkalantereilta sekä toimenpiteet niiden poistamiseen.

##### **Telojen paluuöljyn tipattomat liittimet**

Ylä- ja alatelan sekä kokillitelojen kiertovoiteluöljyn paluussa käytetään tipattomia liittimiä. Liittimen rakenne mahdollistaa sen irroituksen ilman öljyvuotoa. Neste ei kulje liittimen läpi, jos liitin ei ole kunnolla asennettuna paikalleen. Liitin pitää työntää vastakappaleeseen suoraan pohjaan ja kääntää, jolloin liitin lukittuu oikein ja neste pääsee virtaamaan liittimen läpi. Liittimen rakenteen ja lukitustavan huomaa kuvassa 6.



*KUVA 6. Tipaton liitin (18)*

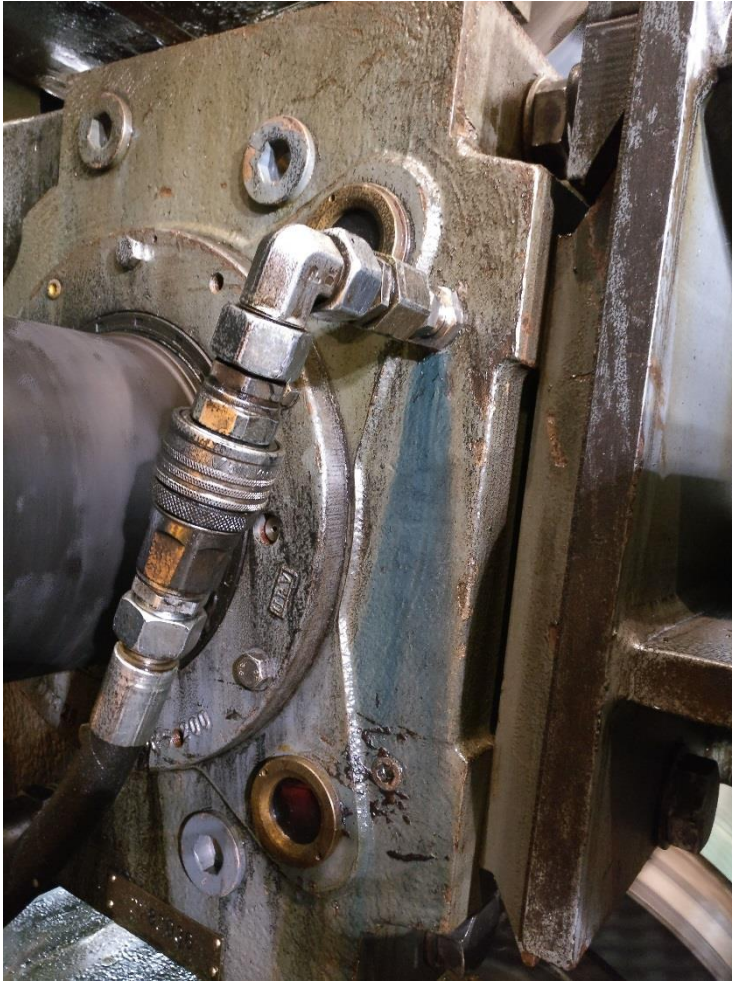
Superkalantereilla näille liittimille tulee paljon ylimääräistä liikettä, kun ajetaan kuormitus sylinteriä eri asentoihin. Paluuletkut liikkuvat kuormitus sylinterien liikkeen mukaan, jolloin on mahdollista, että liitin irtaantuu. Liittimen irtaaminen on aiheuttanut vuotoa liittimen välistä ja huonoimmassa tapauksessa paluuöljykanavan sulkeutumisen, jolloin laakeripesä on alkanut täyttyä öljyllä. Laakeripesään johdettu öljy on työntänyt telan akseli tiivisteeseen poissa paikoiltaan, koska öljyn paluukanava on ollut suljettuna. Laakeripesässä oleva öljy on levinnyt telan akselin kautta ympäristöön. Osassa liittimiä on tämän vuoksi pienet nystyrät, jotka pitävät liittimen paikallaan vaikka paluuöljy letku liikuttaisi liittintä.

Parantavan kunnossapidon toimenpiteenä voisi olla, että kaikkiin superkalantereilla käytössä oleviin vuotamattomiin liittimiin asennettaisiin lukkonystyrät. Lisäksi liittimiin tulisi vaihtaa tiivisteet ja tarkastaa liittimen toiminta lukituksen asennuksen yhteydessä.

### **Telojen kiertovoitelun letkut ja liittimet**

Superkalanterin kokilliteloissa ja vetotelassa käytetään laakerien voiteluun kiertovoitelua. Telan laakeripesässä on kaksi letkua, tulo- ja poistoletku. Telaan tuleva öljy letku on pikaliittimellä yhdistetty laakeripesään. Telan öljynpoistoletku on liitetty ”tipattomalla liittimellä” laakeripesään.

Kiertovoiteluletkuissa on ajoittain vuotoja. Vuodot ovat normaalia käytöstä johtuvaa. Letkut joutuvat kestämiään kuumuutta ja tärinää, joten vuotoja ilmenee toisinaan. Telan laakeripesän kiertovoitelussa käytettäviä liittimiä, joudutaan irrottamaan telanvaihdon yhteydessä. Liittintä takaisin laittaessa tiivistykseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Useammassa telassa on havaittavissa vuotoa molempien liittimien juuresta. Kuvassa 7 on nähtävissä hyvin kiertovoitelun painelinjan liittimen juuresta tapahtuva vuoto.



*KUVA 7. Öljyvuoto kokillitelan kiertovoitelun liittimessä.*

Ongelman voisi poistaa asentamalla jokaiseen telaan valmiiksi liittimet. Liittimet eivät sovi suoraan varastosta laakeripesään. Laakeripesän kierteen vieressä oleva tasopinta on sen verran syvällä, että liittimen ollessa kuusikulmainen ottaa sen kantit laakeripesään eikä liitin tiivisty oikein. Tämä aiheuttaa vuotoa liittimen ja laakeripesän välisestä kierreestä. Telanvaihdon yhteydessä ei liittimiä tarvitsisi irrottaa vaan jokaisessa telassa olisi valmiina, hyvin tiivistetyt liittimet. Tällä voitaisiin estää mahdolliset liittimien vaihtojen takia tapahtuvat vuodot.

#### **4.3.2 Korjaavan kunnossapidon toimet vuotojen poistamiseksi**

##### **Telojen tiivistesten tarkastus ja huolto**

Superkalanterin väliteloissa on havaittavissa öljyvuotoja. Vuotava öljy tulee laakeripesän akselitiivisteeseen ja akselin välistä. Akselitiivisteeseen normaali kuluminen

aiheuttaa vuodon. Vuodot eivät ole monesti runsaita, mutta etenkin ylhäällä tapahtuvat vuodot sotkevat koneen ympäristöä. Polymeeritelojen laakeripesissä ei ole kiertovoitelua vaan laakeripesässä on oma öljytila, joten vuodot ovat kriittisiä telan laakeroinnille. Kokilli- ja vetoteloilla on käytössä kiertovoitelu.

Tiivisteiden vaihdon yhteydessä olisi hyvä tarkastaa akselin tiivistepinnan kunto, onko tiivisteiden huuli syönyt uran akseliin, jolloin vuoto tapahtuu tätä kautta. Tiivistepinnan kulumisen voi korjata joko pinnoittamalla uutta materiaalia telan akselille ja koneistamalla pinnan takaisin alkuperäisiin mittoihin tai asentamalla tällaisiin tapauksiin tarkoitettuja irtonaisiä tiivistepintoja. Tiivistepinnat asennetaan akselille kuluneen uran päälle. Uudella tiivistepinnoitetulla akselilla voidaan käyttää alkuperäisen kokoista akselitiivistettä.

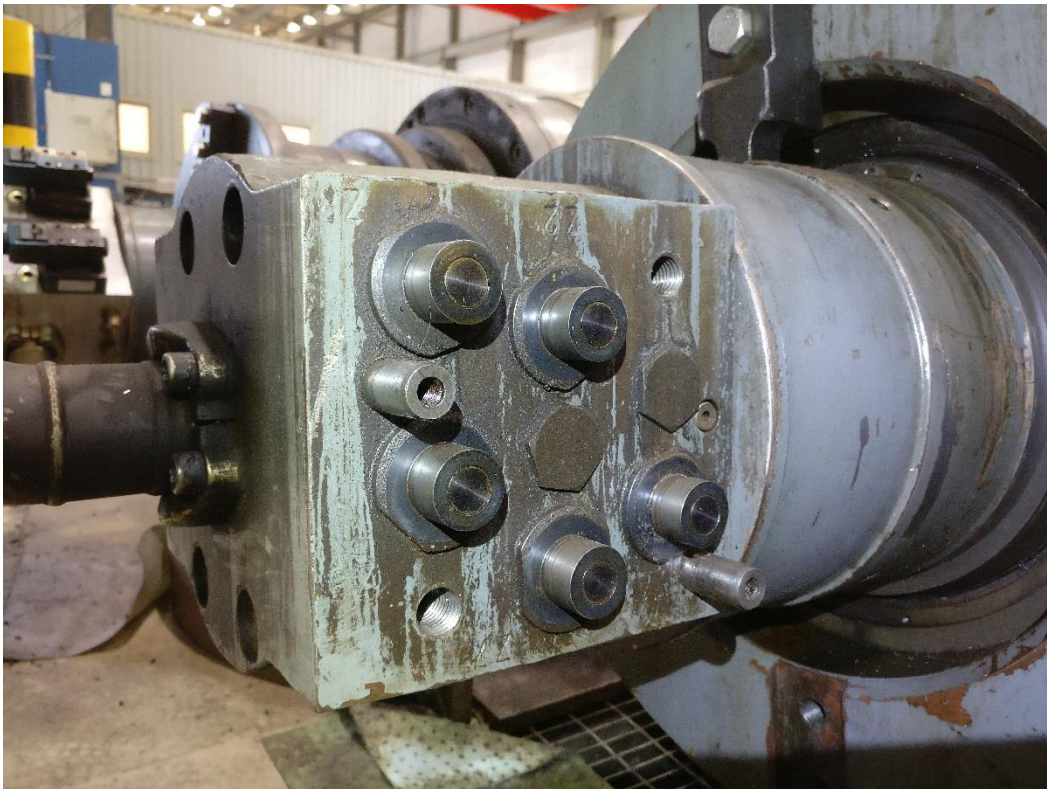
Superkalanterin polymeeritelojen laakeripesän tiivisteiden vaihto on hoidettu tällä hetkellä pinnoituksen yhteydessä ja tehtyjen ilmoitusten mukaan. Kokilliteloihin tiivisteet vaihdetaan ilmoituksien mukaan tai osaan teloista hionnan yhteydessä, kun ne hiotaan ilman laakeripesiä. Tiivisteiden vaihdon yhteydessä tarkastetaan telan laakeroinnin kunto. Välykselliset tai vikaantuneet laakerit vaihdetaan uusiin, mutta jos tarkastuksessa ei havaita poikkeamia puhdistetaan vanhat laakerit ja tela kasataan niillä. Telan tiivisteiden vaihtoon menee yhdellä asentajalla noin 8 tuntia. Kokilliteloihin voisi tehdä harkita ennakko- ja huoltoa, jossa tiivisteet vaihdettaisiin määräaikaista. Ennakko- ja huollon jaksonpituutta on vaikea arvioida, joten se pitäisi toteuttaa asentamalla uudet tiivisteet telaan seuraamalla tiivisteiden kestoja ja tekemällä päätöksiä sen perusteella.

Tällä hetkellä telojen vuodoista tulee vähän tietoa telahuollolle. Toisinaan vuotava tela käy hionnassa ja jos hioja tai telahuollon esimies ei huomaa vuotoa se jää korjaamatta. Telan vuodoista tulisi aina tehdä ilmoitus. Ilmoitukseen merkitään vain yksi vuotava tela ja kohdistetaan ilmoitus telan laite numerolle, lisäksi merkitään ilmoitukseen vastuulliseksi työpisteeksi telahuolto. Tällä tavalla telahuolto saa tietoa vuotavista teloista ja niihin voidaan puuttua.

## Ylä- ja alatelan hydrauliiikan ryhmäpikaliittimet

Superkalanterin ylä- ja alatelalla käytettävien vyöhykesäädettävien Sym-Z telojen hydrauliiikan ryhmäpikaliittimissä on havaittavissa vuotoja. Vuodot tulevat liitinlevyssä olevista pikaliittimistä. Pikaliittimien vuodot alkavat yleensä tiivisteen väljentymisellä ja kovettumisella.

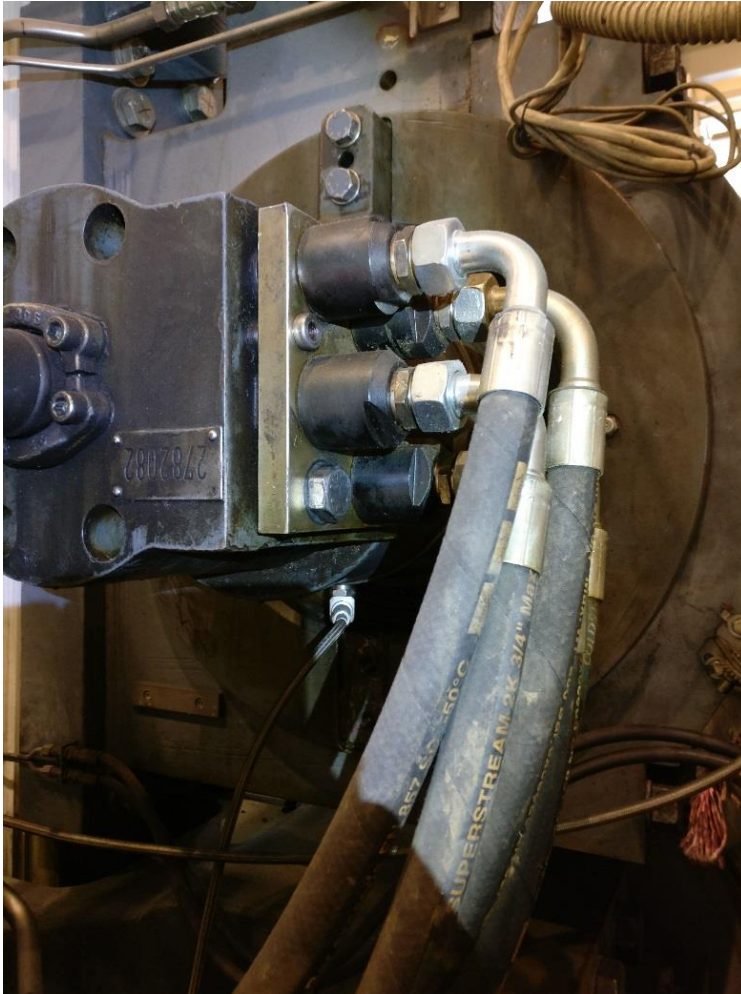
Ryhmäpikaliitin on rakenteeltaan hyvin yksinkertainen, telassa on kiinteästi pistokeliittimet. Kuvassa 8 on kuvattu telaan tulevia pistokeliittämiä.



*KUVA 8. Ryhmäpikaliittimen pistokkeet Sym-z-telassa*

Letkujen päässä on liitinrungot, jotka on kiinnitetty liitinlevyyn. Levyssä olevat liitinrungot kohdistetaan kahdella kohdistustangolla telassa kiinni oleviin liitinpistokkeisiin. Levy painetaan ja kiinnitetään kahdella ruuvilla telan runkoon kiinni. Kuvasta 9 näkee hyvin liitinlevyn rakenteen ja valmiin levyliitin paketin kiinnityksen telaan.





*KUVA 9. Ryhmäpikaliitin telaan kiinnitettynä*

Korjaavan kunnossapidon toimenä ryhmäpikaliittimistä olisi hyvä tehdä valmis varaosapaketti. Valmiissa paketissa olisi liitinlevyyn valmiiksi kiinnitettynä liitinrungot ja letkujen kiinnittämiseen vaadittavat liittimet, että paketti voidaan kytkeä suoraan koneessa oleviin hydraulikkaletkuihin. Paketissa olisi myös valmiina liitin pistokkeet telan runkoon. Näin voitaisiin poistaa ryhmäpikaliittimissä olevat vuodot tehokkaasti. Valmiin ryhmäpikaliittimen vaihto kävisi hyvin ylä- tai alatelan vaihdon yhteydessä, jolloin kalanteria ei tarvitsisi erikseen pysäyttää liittimien vaihdon vuoksi. Vuotava ryhmäpikaliitin paketti huollettaisiin valmiiksi, jolloin seuraavassa telan vaihdossa olisi taas varastossa valmis paketti asennettavaksi koneeseen.

## Hydrauliikkakaappien vuodot

Hydrauliikkakaapeissa ovat superkalanterien hydrauliikkapaineen ohjaamiseen tarkoitettuja venttiilejä sekä järjestelmän toiminnasta ilmoittavia mittareita ja mitauslähtöjä. Kuvassa 10 on havainnollistettu hydrauliikkakaapin sisältöä. Hydrauliikkakaapeissa on havaittavissa öljyvuotoja. Vuodot tulevat todennäköisesti venttiilien alla olevista o-renkaista ja venttiililohkoihin tulevista liittimistä. Venttiilien alla olevat o-renkaat kovettuvat vuosien saatossa ja alkavat vuotamaan. Öljy valuu venttiileistä kaapin pohjalle ja keruuultaaseen. Liittimistä tapahtuva vuoto johtuu todennäköisesti paineiskuista, joka löystyttää liittimiä.



*KUVA 10. Hydrauliikkakaapissa olevat venttiilit*

Vuodon poistamiseksi tehdään yhteen superkalanterin kaappiin pilottimuotoinen huolto. Huollossa vaihdetaan venttiilien alla olevat o-renkaat ja siistitään kaappi. Lisäksi tarkoitus on käydä läpi venttiilipaketteihin tulevat liittimet. Liittimien kireys tarkastetaan ja jos liittintä ei saada vuotamattomaksi, se olisi hyvä vaihtaa.

## **4.4 Turvallisuusriskit öljyvuodoissa**

### **Ympäristöriskit**

Paperikoneelta voi öljyvuodon yhteydessä päästä kanaaliin öljyä, jolloin sen pois imeminen tapahtuu poistevesilaitoksen väljän jälkeisestä kaivosta. Öljy imetään imuautolla kaivosta kontteihin, jotka ulkoinen palveluntuottaja kuljettaa loppuhävitykseen. Paperikuitu voi kanaalissa absorboida vesi-öljyemulsiosta öljyn itseensä ja kulkeutua opasakkaan. Opasakkaa käytetään tehtaan ulkopuolella useissa käyttökohteissa esimerkiksi maanrakennuksessa ja kompostin valmistuksessa. Mittavissa öljyvuodoissa on vaarana, että öljy kulkeutuu opasakan mukana tehtaan ulkopuoliseen ympäristöön. (23.)

Öljyvuodot ovat haitallisia koko yrityksen imagolle, ei pelkästään Oulun tehtaalle. Pahimpina skenaariona voidaan pitää öljyn päätymistä tehtaan ulkopuolelle aiheuttaen päästöjä vesistöihin tai maaperään, jolloin öljyvuodon korjaamiseen käytetyt kustannukset ovat pieni erä verrattuna öljyvahingon kokonaishintaan. Tehtaan ulkopuolelle leviävät öljyvuodot aiheuttavat yleensä tehtaan lupamääräysten kiristymisen, joka taas nostaa tehtaan kokonaiskustannuksia. (23.)

### **Työturvallisuus riskit**

Öljyvuotojen aiheuttamana öljyn leviäminen koneen tai laitteen ympäristöön aiheuttaa liukastumisriskin. Öljyvuodon seurauksena lattialle vuotanut öljy pitää imeyttää öljynimeytysmattoon tai siihen tarkoitettuun aineeseen. Öljyiset jätteet on vietävä heti imeytyksen jälkeen kiinteä öljyisen jätteen keräysastiaan, jotta niistä ei tule työturvallisuusriskiä tehtaan henkilöstölle.

### **Paloturvallisuusriskit**

Paperikone salissa on aina ilmassa ja lattioilla paperipölyä. Kun vuotava öljy ja paperipöly sekoittuvat syntyy hyvin herkästi syttyvä yhdistelmä. Tämä yhdistelmä tarttuu helposti koneen ja laitteen runkoihin kiinni, joten sen havaitseminen ei ole aina helppoa. Tulitöitä vaativiin kunnossapitotoimiin pitää suhtautua todella varo-



vaisesti. Tulityöpaikan ympäristö olisi hyvä puhdistaa vuotaneesta öljystä huolellisesti tai sen syttymisominaisuuksia on yritettävä poistaa esimerkiksi kastelemalla tai vaahdottamalla tulityöalue.

#### **4.5 Märänpään hydrauliiikan vuototarkastuslistan laatiminen**

Märänpään hydrauliiikkakoneikko tuottaa hydraulisen energian viiraosan, puristinosan ja kuivatusosan hydraulisille toimilaitteille. Vuototarkastuslistan tarkoituksena on saada kattava tieto mihin toimilaitteille kyseinen hydrauliikkajärjestelmä tuottaa energian vuototilanteessa. Vuotojen etsinnässä on tärkeä, että on selkeä lista mistä käy ilmi toimintopaikat missä hydrauliset toimilaitteet sijaitsevat. Listassa toimintopaikkojen ohkeen on ilmoitettu toimilaitteiden tyyppi ja määrä sekä tarkempi sijainti koneessa. Lisäksi listaan on laitettu lisätietoa kunnossapidon havaitsemista vanhoista oireista eli mitä on hyvä katsoa erityisen tarkasti ja mihin kannattaa resurssit suunnata ensimmäiseksi. Lista on tarkoitettu paperikoneen käyttöhenkilöstölle ja etenkin mekaanisen käyttäjäkunnossapidon työntekijöille. Listan avulla he voivat helpommin tarkastaa märänpään hydrauliiikan alaiset kohteet vuototilanteessa. Vuototarkastuslista on liitteessä 3 työn lopussa.

Ennen vuotolistan kasaamista päätimme ohjausryhmän kesken, että märänpään hydrauliiikasta tehdään pilottikohde vuotolistojen laadinnassa, lisäksi lista laitetaan Stora Enson WeShare internet palveluun, josta PK7:n työntekijät voivat hakea listan. Näin lista on helposti jokaisen työntekijän saatavilla vuototilanteissa.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli Stora Enson Oulun tehtaan paperikone 7:llä öljynli-säysten seurantajärjestelmän kehittäminen ja öljyvuotojen poistaminen. Työn ti-laajana toimi tehtaan kunnossapidosta vastaava Efora Oy. Paperikoneella on aiemminkin seurattu lisättyjä öljymääriä, mutta niissä on ollut eroavaisuuksia ja puutteita, joten datan muodostaminen lisäyksistä on ollut todella vaikeaa.

Työssä oli neljä osa-aluetta, jotka olivat öljynlisäyksen seurantajärjestelmän ke-hittäminen, päällystyskoneella käytössä olevien Bowmaster-levitystelojen ja su-perkalanterien öljyvuotojen etsiminen ja ratkaisujen löytäminen sekä viimeisenä paperikoneen märänpään hydraulikan öljynvuototarkastuslistan laatiminen.

Työssä saavutettiin hyviä tuloksia. Työssä ensimmäisenä osa-alueena oli seu-rantajärjestelmän kehittäminen. Seurantajärjestelmän alaisista öljynlisäyksistä luotiin yhdessä tehtaan kunnossapito henkilöstön kanssa toimintatavat, joiden pohjalta seurantajärjestelmän ylläpito on mahdollista. Oikeisiin toimintatapoihin pääsemiseksi öljynlisäämisestä ja sen merkitsemisestä SAP-järjestelmään teh-tiin ohjeet, jotka jaettiin kaikille järjestelmiin öljyä lisääville henkilöille. Ohjeiden ja selkeän toimintatavan vuoksi seurantajärjestelmän seurattavuus on tehokas to-teuttaa.

Toisen osa-alueen tuloksina voidaan pitää Bowmaster-levitystelojen öljyvuodon syyn selvittämistä. Öljyvuoto on tapahtunut telan laakeripesästä sokkelotiivis-teestä. Ratkaisuna öljynvuodon poistamiseen voidaan pitää sokkelotiivisteen öl-jynpoisto reikien lisäämistä ja päällystyskoneen öljyn paluulinjojen muutoksia. Sokkelotiivisteeseen tehtävillä rei'illä pyritään lisäämään öljyn esteetöntä vir-tausta paluukanavaan. Päällystyskoneen öljyn paluulinjan muutoksella pyritään mahdollistamaan öljynvirtauksen telalta pois, koska tällä hetkellä linja menee vä-lillä lähes vaakatasossa, mikä vaikeuttaa huomattavasti öljyn virtaamista.

Kolmannen osa-alueen eli superkalanterien vuoto kohteiden poistamisen ratkai-suja voidaan pitää suhteellisen vaivattomasti ja ilman suuria kustannuksia toteu-tettavina. Öljyvuotojen poistolla saadaan nostettua superkalanterien siisteysta-soa ja vähennettyä vuotavien järjestelmien öljynkulutusta.

Neljännän osa-alueen tuloksena voidaan pitää paperikoneen määränpään hydraulikan öljynvuototarkastuslistaa. Excel-taulukkoon tehdystä listasta näkyvät kaikki toimintopaikat ja niiden hydrauliset toimilaitteet, jotka saavat energian määränpään hydraulikasta. Toimilaitteista tarkastettavat kohteet on listattu taulukkoon. Taulukosta tulee ilmi myös linjaventtiilit, jotka ohjaavat järjestelmän hydraulista energiaa.

Projektin tuloksissa käsitellyistä asioista osa on ollut tehtaalla tiedossa, mutta eri henkilöillä eikä tietoja ole yhdistetty, joten niiden vuoksi ei ole ryhdytty toimenpiteisiin. Öljynlisäyksen seurantajärjestelmä vaatii toimiakseen jokaisen järjestelmiin lisäävän työntekijän sitoutumisen ohjeistuksessa ilmi tulleisiin asioihin. Seurantajärjestelmää ei voi toteuttaa ilman isoja taloudellisia ponnistuksia muuten kuin SAP-järjestelmään tapahtuvan ilmoituksien perusteella. Kehitysmahdollisuutena seurantajärjestelmällä voisi olla lähtevien öljykonttien öljymäärän muistiin kirjaaminen. Kirjauksista pitäisi tulla ilmi, mitä öljyä ja kuinka paljon kontissa on ja mistä toimintopaikalta öljy on. Tämän avulla saataisiin tehtaan öljytasetta tarkennettua ja nähtäisiin, mitkä jäteöljyt ovat seurausta vuodoista. Jatkokehityskohteena voisi olla projektissa kehitetyn seurantajärjestelmän laajentaminen koskemaan myös muita paperitehtaan osastoja, esimerkiksi paperikone 6:ta ja arkitamaa.

Opinnäytetyössä tulleiden ratkaisujen toteuttaminen superkalantereiden öljyvuo-tojen poistamiseen ei välttämättä poista kaikkia superkalantereiden vuotoja. Jatkokehityskohteena superkalantereilla pidän putkien ja niissä olevien liittimien tarkastamista ja tarvittaessa vaihtoa. Tämä toimenpide on laaja ja vuotojen havainnollistamiseen menee suhteellisen kauan aikaa, joten työn laajuuden vuoksi sitä ei ole tässä projektissa. Lisäksi superkalanterien vuotojen laajuuden havainnollistamista vaikeuttaa telojen lämmityksessä käytettävät vesikytkimet. Vesikytkimiltä vuotava kuuma vesi sekoittaa vuotaneen öljyn koneen alueella tehokkaasti, jolloin vuotokohdan määrittäminen vaikeutuu.

Määränpään hydraulikasta tehty tarkastuslista toimi pilottihankkeena. Tarkastuslistojen tuottamista muistakin koneen järjestelmistä pidän todella hyvänä kehitys-

kohteena. Näiden avulla voidaan saada öljyvuoto löydettyä todella nopeasti. Pidän vuototarkastuslistojen tekemistä muillekin paperitehtaan osastoille hyvänä kehityskohteena.

Projektin aikana tuli ilmi muualla konelinjassa olevia vikoja. Superkalanterin ryhmäpikaliittimiä käsiteltäessä tuli ilmi, että paperikoneen softkalanterilla on samankaltaisessa liittimessä vuotoja. Kehitysideana voisi olla samantyylinen vaihto-osa kuin superkalantereille on hankinnassa.

Opinnäytetyö opetti paljon erilaisia teknisiä järjestelmiä, työskentelytapoja ja vuorovaikutustaitoja. Teknisten järjestelmien toiminnan ja rakenteen opettelussa piti turvautua monesti henkilöstön haastatteluihin, käyttö- ja huolto-ohjeisiin ja teoriakirjallisuuteen. Työssä auttoi paljon kunnossapitohenkilöstön avoin suhtautuminen projektiin. Opinnäytetyössä oli jonkin verran teknisiä haasteita, joita käytiin yhdessä kunnossapitohenkilöstön kanssa läpi, joten pidän näitä tilanteita hyvinä vuorovaikutustaitojen kehittäjänä. Lisäksi työssä joutui käyttämään erilaisia työskentelytapoja haluttuun lopputulokseen pääsemiseksi.

## LÄHTEET

1. Tietoa meistä. Efora Oy. Saatavissa: <http://www.efora.fi/>. Hakupäivä 25.1.2018
2. Eforan yritysesittely. 2016. PowerPoint-diasarja. Sisäinen dokumentti. Stora Enso. Saatavissa: <https://efora.weshare.storaenso.com/materiaalipankki/Sivut/default.aspx> Hakupäivä 6.2.2018.
3. Stora Enso Oyj. 2018. Tehdasesittely. Sisäinen lähde. Stora Enso. Saatavissa: <https://oulu-mill.weshare.storaenso.com/meijantehas/Pages/yksi-suurimmista-ja-nykyaikaisimmista.aspx> Hakupäivä 5.2.2018.
4. Oulu Mill presentation material all 2018. 2018. PowerPoint-diasarja. Sisäinen dokumentti. Stora Enso. Saatavissa: <https://oulu-mill.weshare.storaenso.com/meijantehas/esitysmateriaali/aavainluvut/Documents/Forms/AllItems.aspx> Hakupäivä 6.2.2018.
5. Aalto, Heikki. 1997. Kunnossapitotekniikan perusteet. Kunnossapitoyhdistys ry. Rajamäki. KP-tieto Oy.
6. Jorma Järviö. 2006. Kunnossapito. Kunnossapitoyhdistys ry. Helsinki. KP-Media Oy.
7. Järviö, Jorma – Lehtiö, Taina 2012. Kunnossapito – tuotanto-omaisuuden hoitaminen. Kunnossapitoyhdistys Promaint. Helsinki: KP-media Oy.
8. Teollisuusvoitelu. 2013. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. Helsinki. KP-Media Oy.
9. Fonselius, Jaakko - Rinkinen, Jari – Vilenius, Matti 1995. Hydraulikka 2. Helsinki. Opetushallitus.
10. Voitelujärjestelmäkirja. 1998. Käyttö- ja huolto-ohjeet. Valmet.

11. Mobil DTE™ PM Series. ExxonMobil Finland Oy. Saatavissa: <https://www.mobil.com/finnish-fi/industrial/pds/glxxmobil-dte-pm-series>. Hakupäivä 9.2.2018.
12. Automaatiokirja. Hydraulikka. 1998. Käyttö- ja huolto-ohjeet. Valmet.
13. Hydraulijärjestelmät ja -laitteet. Knowpap. Sisäinen dokumentti. Stora Enso. Saatavissa: [http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/maintenance/2\\_systems/6\\_hydraulics/2\\_system\\_equipment/frame.htm](http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/maintenance/2_systems/6_hydraulics/2_system_equipment/frame.htm). Hakupäivä 12.2.2018.
14. Telatyypit ja rakenteet. Knowpap. Sisäinen dokumentti. Stora Enso. Saatavissa: [http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/maintenance/3\\_equipment/11\\_rolls/1\\_types\\_structure/frame.htm](http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/maintenance/3_equipment/11_rolls/1_types_structure/frame.htm). Hakupäivä 6.3.2018
15. Metso paper. 2006. Bowmaster, komposiittinen levitystela. Käyttö- ja huolto-ohje.
16. 360°Rolls - performance and cost. 2014. Valmet Technical Paper Series. Valmet. Saatavissa: [https://www.valmet.com/globalassets/media/downloads/white-papers/roll-services/wpr\\_360rolls.pdf](https://www.valmet.com/globalassets/media/downloads/white-papers/roll-services/wpr_360rolls.pdf). Hakupäivä 22.3.2018.
17. Typical Labyrinth Seals: Straight-Thru with Carry-Over Blocks. Component Lubricants. Society of Tribologists and Lubrication Engineers. Saatavissa: [https://www.stle.org/Shared\\_Content/End\\_Users/Component\\_Lubricants/Seal\\_Articles\\_FULL/Typical\\_Labyrinth\\_Seals\\_Straight\\_Thru\\_with\\_Carry\\_Over\\_Blocks.aspx](https://www.stle.org/Shared_Content/End_Users/Component_Lubricants/Seal_Articles_FULL/Typical_Labyrinth_Seals_Straight_Thru_with_Carry_Over_Blocks.aspx). Hakupäivä 20.4.2018
18. Hyphen, Jouko 2018. Bowmaster-levitystelan suunnittelija. Haastattelut kevään 2018 aikana.
19. Superkalanterointi. Knowpap. Sisäinen dokumentti. Stora Enso. Saatavissa: [http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/paper\\_technology/6\\_calendering/8\\_super\\_calendering/fr\\_text.htm#Yleista](http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/paper_technology/6_calendering/8_super_calendering/fr_text.htm#Yleista). Hakupäivä 19.3.2018.

20. Superkalanterin rakenne. Knowpap. Sisäinen dokumentti. Stora Enso. Saatavissa: [http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/paper\\_technology/6\\_calendering/9\\_super\\_calender\\_structure/frame.htm](http://intra.corp.storaenso.com/know/KnowPap/suomi/paper_technology/6_calendering/9_super_calender_structure/frame.htm). Hakupäivä 25.4.2018
21. MANN TEK Couplings. ATAG spa. Saatavissa: <http://www.atag-europe.com/en/details/couplings/88-mann-tek-couplings>. Hakupäivä 23.3.2018
22. Airila, Mauri – Karjalainen, Jussi A. – Mantovaara, Urpo – Nurmi, Lasse – Ranta, Aarno – Verho, Arto 1985. Koneenosien suunnittelu 4, erityisalueet. Porvoo. WSOY.
23. Partanen, Mervi 2018. Ympäristöpäällikkö, Stora Enso. Haastattelu 4.5.2018.

# Öljynlisäys ohjeet kiertovoitelu- ja hydrauliikka öljylle



- Kiertovoitelu- ja hydrauliiikka öljyt haetaan PK6:n öljyvarastosta +3, H25 - 26 pilari
- Punainen pumppu on telahydrauliiikka- ja vaihteistoöljylle ja kiertovoiteluöljylle
  - Jos vaihdat öljylaatua, pumppaa suodinmalja tyhjäksi vanhasta öljystä ennen täyttöä
- Sininen pumppu on hydrauliiikkaöljylle (DTE 25)
- Tilaukselle merkataan varastosta otettu litramäärä kohdistettuna oikeaan toimintopaikkaan
- Tuodaan ylimääräinen öljy takaisin PK6:n varastoon

# Öljynlisäyksen merkitseminen SAP järjestelmään

- Öljynlisäyksestä tehdään aina oma SAP ilmoitus ja tilaus!
- Kohdista ilmoitus aina oikean säiliön toimintopaikalle!
- Lisää tilauksen komponentteihin oikea öljyn nimikenumero ja otettu litramäärä!
- Varastosta otetun öljyn voi myös merkata tilausnumerolle paperinvarastossa olevaan varasto vähennyslistaan
- Jos samalla kierroksella lisätään useampaan säiliöön, tehdään oma ilmoitus/tilaus per säiliö
- Tämä sen takia, että tiedetään tarkkaan minne toimintopaikalle öljyä on mennyt ja kuinka paljon

**Muuta XB Suunniteltu kunnossapito, sopimus 31001665015: Komponenttiyle**

Nr.	Komp.	Herkus	ST	Tarvemaärä	My	RT	L. var.	Toimip.	Yks.	Eur	Varustaja	Puhdistus	R.L.	O. Var.	Var.	Var.	Var.
0020	REOLLOJY MOBE DYEIS 1080L		2	216,00 L			9160	X91J	9000		HAAKAPED	Noudettu 27.2					

1 Öljyn nimikenumero

2 Öljyn litramäärä

3 Paperinvarasto (9160) !!

4 Eforan toimipiste (X91J) !!

5 Hakijan SAP käyttäjätunnus

6 Nouto/toimitus ja päivämäärä

Täytä kohdat 1-6

Kaikki 6 täytettävää kohtaa tulee olla täytettynä ennen kuin tupla klikkaat Enteriä, muuten otettu öljy ei kirjaudu varastotapahtumiin

## Märänpään hydraulikka

## Viiraosa

Jos tarkastus tapahtuu seisokkityönä varmista, että viiraosan linjaventtiili 70GSV3-7010 on auki ja märänpään pumppu päällä

Toimintopaikka	Nimitys	Toimilaite ja sijainti	Tarkastettavat kohteet
OU-2722001	ALAVIIRAN RINTATELAN NOSTOLAITTEET	Sisu hydraulimoottorit 2 kpl hoito- ja käyttöpuolella Venttiilikaappi N13 pilarin vieressä (jälkikäsitteeseen päin)	Tarkasta moottorille menevät letkut ja liittimet
OU-2722905	IMULAATIKON VAIHTOLAITTEET	Hydraulimoottori käyttöpuolella	Tarkasta moottorille menevät letkut ja liittimet
OU-2722321	YLÄVIIRAN KORKEAPAINEPESU	Oskillaattori käyttöpuolella	Tarkasta oskillaattori menevät letkut ja liittimet
OU-2722301	ALAVIIRAN OSK.KP-SUIHKU		
OU-2722316	ALAVIIRAN IMUTELAN KP-PESUSUIHKU		
OU-2722328	YLÄV.1.FORMERIN ULKOPUOLINEN KP-PESU	Sylinteri käyttöpuolella Tarkasta sylinterin vieressä oleva venttiilikaappi ja sen liittimet	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet Lisäksi tarkasta onko vuotoja sylinterin varren tiivisteessä
OU-2722900	RUNGOT	Viiraosan kanttaussylinterit 6kpl	Viiraosan kanttaussylinterit 6kpl. Tarkasta sylinterille menevät putket ja liittimet, lisäksi katso sylinterin tiivisteiden ja männänvarren kunto.

Kanttaussylinteri voi vuotaa tankkilinjan kautta vaikka kanttauspumppu ei käy

## Märänpään hydraulikka

## Puristinosa

Jos tarkastus tapahtuu seisokkityönä varmista, että puristinosan ja oskilloinnin linjaventtiili on auki ja märänpään pumppu päällä  
Puristinosa linjaventtiili 70GSV1-7010 ja Oskillointi linjaventtiili 70GSV3-7010

Toimintopaikka	Nimitys	Toimilaite ja sijainti	Tarkastettavat kohteet
OU-2730105	PK7 PICK-UP HUOVAN KÄSIOHJAUSLAITTEET	Käyttöpuolella huovanohjaustelassa oleva moottori	Tarkasta moottorille menevät letkut ja liittimet
OU-2730106	PK7 1.PUR.HUOVAN KÄSIOHJAUSLAITTEET		
OU-2730107	PK7 3.PUR.HUOVAN KÄSIOHJAUSLAITTEET		
OU-2730109	PK7 PICK-UP HUOVAN KIRISTYSLAITTEET	Sisu hydraulimoottori 1kpl käyttöpuolella	Tarkasta moottorille menevät letkut ja liittimet
OU-2730110	PK7 1.PUR.HUOVAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2730111	PK7 3.PUR.HUOVAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2730201	PK7 PICK-UP HUOPAIMULAATIKKO 1	Kääntösyylinteri 1 kpl hoitopuolella	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet
OU-2730202	PK7 PICK-UP HUOPAIMULAATIKKO 2		
OU-2730203	PK7 1-PUR. HUOPAIMULAATIKKO 3		
OU-2730205	PK7 3-PUR. HUOPAIMULAATIKKO 5		
OU-2730206	PK7 3-PUR. HUOPAIMULAATIKKO 6		
OU-2730605	PK7 3-PUR. YLÄTELÄN KUORMITUSLAITTEET	Rungon välissä olevat Beltin nostosylinterit 2 kpl hoito- ja käyttöpuoli	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet, sekä vuodot sylinterissä
OU-2730005	PK7 3.PURISTIMEN KUORMITUSLIITOS	Beltin ja keskitelan sidontaleuat hoito- ja käyttöpuoli	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet, sekä vuodot sylinterissä
OU-2730301	PK7 PICK-UP HUOVAN OSK. KP-SUIHKU	Oskillaattori käyttöpuolella	Tarkasta oskillaattorille menevät letkut ja liittimet
OU-2730304	PK7 1-PUR. HUOVAN OSK. KP-SUIHKU		
OU-2730307	PK7 3-PUR. HUOVAN OSK. KP-SUIHKU		
OU-2730310	PICK-UP IMUTELAN KP-SUIHKU PURISTIMEN IMUTELAN KP-SUIHKU		
OU-2730003	PK7 KESKITELÄN HYLKYLUUKKU	Sylinteri 1 kpl hoitopuolella	Tarkasta sylinteri ja letkut
OU-2730606	PK7 1-HUOVAN HJT-4 NOSTOLAITTEET	Hydraulimoottori 1 kpl käyttöpuolella	Tarkasta moottorille menevät letkut ja liittimet
OU-2730401	PK7 VANHOJEN HUOPIEN KELAUSLAITE	Piikitelapaikka	Tarkasta käyttöpuolella olevat liittimet
OU-2730002	PK7 HÖYRYLAATIKKO	Sylinterit 2 kpl hoito- ja käyttöpuolella	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet, sekä vuodot sylinterissä
OU-2730000	PK7 PUR. OSA RUNGOT	Kanttaussylinterit 8 kpl	Tarkasta kanttaussylinterit, putket ja liittimet
OU-2730403	PK7 HUOVANVAIHDON HYDR.KUORMITUSLAITTEET		
OU-2730601	PK7 PICK-UP IMUTELAN NOSTOLAITTEET	Sylinterit 2 kpl hoito- ja käyttöpuolella	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet, sekä vuodot sylinterissä
OU-2730603	PK7 2-PUR. IMUTELAN KUORMITUSLAITTEET	Sylinterit 2 kpl hoito- ja käyttöpuolella	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet, sekä vuodot sylinterissä

Kanttaussylinteri voi vuotaa tankkilinjan kautta vaikka kanttauspumppu ei käy

**Märänpään hydrauliiikka****Kuivausosa**

**Käynninaikana kuivausosalta voi etsiä vuotoja vain alakerrasta, poislukien leijukuivattimet**

**Jos tarkastus tapahtuu seisokkityönä varmista, että kuivausosan linjaventtiili 70GSV2-7010 on auki ja märänpään pumppu päällä**

Toimintopaikka	Nimitys	Toimilaite ja sijainti	Tarkastettavat kohteet
OU-2741101	PK7 1.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET	Jokaisella kuivausryhmällä on Sisu hydraulimoottori 1kpl	Tarkasta moottori ja putket, sekä energiasiirtoketjussa
OU-2741102	PK7 2.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET	käyttöpuolella	menevät letkut ja liittimet
OU-2741103	PK7 3.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2741104	PK7 4.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET	Jokaisen kiristyslaitteen venttiilit on omassa kaapissa	
OU-2741105	PK7 5.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET	käyttöpuolella konetasolla	
OU-2741106	PK7 6.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2741107	PK7 7.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2741108	PK7 8.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2741109	PK7 9.KR VIIRAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2741110	PK7 10.KR YLÄVIIRAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2741111	PK7 10.KR ALAVIIRAN KIRISTYSLAITTEET		
OU-2741940	PK7 YLÄVIEROJEN VAIHTOLAITTEET	Piikkitelapaikka on jokaisella kuivausryhmällä	Piikkitelapaikka jokaisella kuivausryhmällä
OU-2741941	PK7 ALAVIIRAN VAIHTOLAITTEET		Tarkasta käyttöpuolella olevat liittimet ja putket
OU-2743301	SYM SIZER PINTALIIKKEYSIKK LEIJUKUIVATIN	Yläleijun sylinteri sijaitsee hoitopuolella Alaleijun sylinteri sijaitsee käyttöpuolella	Tarkasta sylinterille menevät letkut ja liittimet Lisäksi tarkasta sylinterin kunto (tiivisteet, männänvarsi, yms)

**Märänpään hydrauliiikan kanttauspumpun alaiset toimilaitteet****Viiraosa Kanttauksen linjaventtiili 70GSV5-7010**

Toimintopaikka	Nimitys	Toimilaite ja sijainti	Tarkastettavat kohteet
OU-2722900	RUNGOT	Viiraosan kanttaussylinterit 6kpl	Viiraosan kanttaussylinterit 6kpl. Tarkasta sylinterille menevät putket ja liittimet, lisäksi katso sylinterin tiivisteiden ja männänvarren kunto.
OU-2722001	ALAVIIRAN RINTATELAN NOSTOLAITTEET	Sisu hydraulimoottorit 2 kpl Venttiilikaappi N13 pilarin vieressä (jälkikäsitteeseen päin)	Tarkasta moottorille menevät letkut ja liittimet, lisäksi
OU-2722905	IMULAATIKON VAIHTOLAITTEET	Hydraulimoottori	Tarkasta moottorille menevät letkut ja liittimet, lisäksi

**Puristinosa Kanttauksen linjaventtiili 70GSV4-7010**

Toimintopaikka	Nimitys	Toimilaite ja sijainti	Tarkastettavat kohteet
OU-2730000	PK7 PUR. OSA RUNGOT	Kanttaussylinterit 8 kpl	Tarkasta kanttaussylinterit, putket ja liittimet
OU-2730403	PK7 HUOVANVAIHDON HYDR.KUORMITUSLAITTEET		